

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra robotiky

**Mobilní robotika v bezpečnostních  
složkách**  
Mobile Robotics in Security Forces

Student: Michal Jarka  
Osobní číslo: JAR0133  
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ladislav Karník, CSc.  
Ostrava 2020

## Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Jarka**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2301R013 Robotika  
Téma: **Mobilní robotika v bezpečnostních složkách**  
**Mobile Robotics in Security Forces**  
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Proved'te analýzu současného stavu mobilní robotiky v bezpečnostních složkách.
2. Z analýzy současného stavu proved'te rozdělení podle typu mobility.
3. Pro jednotlivé mobility proved'te analýzu podle typu servisních úloh.
4. Z jednotlivých analýz zpracujte tabulkově statistiku počtu jednotlivých případů.
5. Na základě zjištěných analýz navrhnete a popíšete servisní úlohu, u které by se dal uplatnit servisní robot.
6. Závěr.
7. Práci též doložte v elektronické podobě ve formátu editoru MSWORD a PDF (podle pokynu vedoucího).

Seznam doporučené odborné literatury:

KÁRNÍK, L. *Servisní roboty*. VŠB-TU Ostrava, 2004. 144 s. ISBN 80-248-0626-6.

KÁRNÍK, L. - KNOFLÍČEK, R. - MARCINCIN, J. N. *Mobilní roboty*. Opava: MÁRFY SLEZSKO, 2000. 210 s. ISBN 80-902746-2-5.

SKARUPA, J. - MOSTÝN, V. *Metody a prostředky návrhu průmyslových a servisních robotů*. Košice: Viena Košice, 2002. 190 s. ISBN 80-88922-55-0.

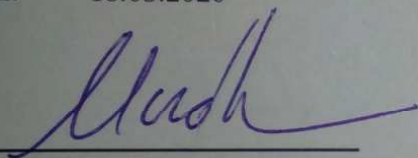
KOLÍBAL, Z a kol. *Roboty a robotizované výrobní technologie*. I. vydání. Havlíčkův Brod: VUTUM, 2016, 786 s. ISBN 978-80-214-4828-5.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ladislav Kárník, CSc.**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020



prof. Dr. Ing. Petr Novák  
*vedoucí katedry*



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
*děkan fakulty*



#### Místopřísežné prohlášení studenta

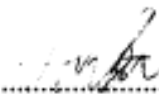
Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.  
V Ostravě dne 18. května 2020.

.....  
Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 5. května 2020

  
.....  
Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Michal Jarka

Adresa trvalého pobytu autora práce: Ježník 49, Krnov, 79401

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

JARKA, M. *Mobilní robotika v bezpečnostních složkách: Bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra robotiky, 2020, 36 s. Vedoucí práce: Ing. Ladislav Karník, CSc.

Bakalářská práce se zabývá rešerší v oblasti servisních robotů. V úvodu se pojednává o celkové analýze a rozdělení servisních robotů do kategorií. Navazující část kategorizuje roboty podle typu mobility. Následuje další část zabývající se servisními úlohami. Poté práce pokračuje oddílem zabývajícím se analýzou mobilit podle typu servisních úloh, pak práce dále pokračuje kapitolou popisující statistiku počtu jednotlivých případů. Nakonec práce rozebírá uplatnění určitého robotu k jiným účelům.

## ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

JARKA, M. *Mobile Robotics in Security Forces: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Robotics, 2020, 36 p. Thesis head: Ing. Ladislav Karník, CSc.

The bachelor thesis deals with limitations in the field of service robots. The introduction deals with statistical analysis and division of service robots into categories. The following part categorizes robots according to the type of mobility. It offers another section dealing with service tasks. Your work continues in the section dealing with mobilization according to the type of service tasks, then the work continues with the chapter describing the statistics of the number of individual cases. Finally, the work discusses the use of the robot for other purposes.

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Ladislavu Karníkovi, CSc, za čas strávený na konzultacích, odbornou pomoc a rady. Dále bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Zdenkovi Bobovskému, PhD, za podporu a cenné rady. Dále potom bych chtěl poděkovat mé rodině a přátelům, za vyjádřenou pomoc a naději.

# Obsah

<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>11</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>13</b>
<b>Seznam použitých značek a symbolů .....</b>	<b>14</b>
<b>Slovník termínů.....</b>	<b>15</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>16</b>
<b>1 Analýza současného stavu mobilní robotiky.....</b>	<b>17</b>
1.1 Demolice a demontáž jaderných zařízení.....	17
1.2 Záchrané roboty .....	18
1.3 Protipožární roboty .....	19
1.4 Dohlížecí / bezpečnostní roboty .....	20
1.5 Roboty pro odminování.....	21
1.6 Bezpilotní vzdušná vozidla.....	22
1.7 Bezpilotní pozemní vozidla .....	22
1.8 Bezpilotní podvodní vozidla.....	23
1.9 Ostatní obranné aplikace .....	23
1.10 Exoskelety .....	24
1.11 Bezpečnostní složky .....	24
1.11.1 Vzdušné.....	24
1.11.2 Pozemní.....	25
1.11.3 Podvodní .....	26
<b>2 Mobilní roboty v bezpečnostních složkách ČR .....</b>	<b>27</b>
2.1 Armáda České republiky .....	27
2.1.1 Podpůrné a bojové.....	27
2.1.2 Průzkumné .....	29
2.1.3 Ženíjní .....	30
2.2 Policie České republiky .....	31
2.2.1 Pyrotechnické.....	31
2.3 Hasičský záchranný sbor České republiky .....	32
2.3.1 Průzkumné .....	32
2.3.2 Hasicí .....	33
<b>3 Mobilní roboty ve světě.....</b>	<b>35</b>
<b>4 Rozdělení robotů podle typu mobility .....</b>	<b>37</b>



4.1	Kolové .....	37
4.2	Pásové.....	37
4.3	Vzdušné .....	38
4.4	Kráčející .....	38
4.5	Plovoucí.....	38
4.6	Hybridní.....	39
<b>5</b>	<b>Servisní úlohy v oblasti zásahu .....</b>	<b>40</b>
5.1	Obecný popis problematiky.....	40
5.1.1	Nežádoucí vlivy a jejich druhy .....	40
5.1.2	Problematika ze strany zákonů .....	42
5.1.3	Omezení využití .....	43
5.1.4	Rizika .....	44
5.1.5	Efektory.....	44
5.2	Oblast zásahu ve stavebnictví.....	45
5.2.1	Nežádoucí vlivy a jejich druhy .....	45
5.2.2	Problematika ze strany zákonů .....	46
5.2.3	Omezení využití .....	46
5.2.4	Rizika .....	46
5.2.5	Efektory.....	47
5.3	Oblast zásahu v jaderné energetice.....	48
5.3.1	Nežádoucí vlivy a jejich druhy .....	48
5.3.2	Problematika ze strany zákonů .....	49
5.3.3	Omezení využití .....	50
5.3.4	Rizika .....	50
5.3.5	Efektory.....	51
5.4	Oblast zásahu v podvodních aplikacích .....	51
5.4.1	Nežádoucí vlivy a jejich druhy .....	52
5.4.2	Problematika ze strany zákonů .....	53
5.4.3	Omezení využití .....	53
5.4.4	Rizika .....	54
5.4.5	Efektory.....	54
5.5	Oblast zásahu ve městském prostředí.....	54
5.5.1	Nežádoucí vlivy a jejich druhy .....	55
5.5.2	Problematika ze strany zákonů .....	56

5.5.3	Omezení využití .....	56
5.5.4	Rizika .....	57
5.5.5	Efektory.....	57
5.6	Oblast zásahu ve vojenských operacích .....	58
5.6.1	Nežádoucí vlivy a jejich druhy .....	58
5.6.2	Problematika ze strany zákonů .....	60
5.6.3	Omezení využití .....	61
5.6.4	Rizika .....	61
5.6.5	Efektory.....	62
<b>6</b>	<b>Analýza mobilit podle typu servisních úloh.....</b>	<b>64</b>
6.1	Městské prostředí.....	64
6.2	Jaderná energetika .....	66
6.3	Stavebnictví .....	67
6.4	Vojenské operace.....	68
<b>7</b>	<b>Statistika počtu jednotlivých případů .....</b>	<b>70</b>
7.1	Počty servisních robotů pro profesionální použití.....	72
7.2	Počty servisních robotů v různých oblastech .....	73
<b>8</b>	<b>Uplatnění určitého robotu k jiným účelům .....</b>	<b>74</b>
8.1	Uplatnění ve specifické servisní úloze .....	74
8.1.1	Popis SÚ.....	74
<b>9</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>76</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>77</b>
	<b>Přílohy .....</b>	<b>79</b>

## Seznam obrázků

Obr. 1 a obr. 2 PackBoti [2, 3] .....	18
Obr. 3 Robotický záchranář v akci [4] .....	19
Obr. 4 Hasičský robot TC800-FF [6] .....	19
Obr. 5 Robotická stráž ve věznici v Jižní Koreji [4] .....	20
Obr. 6 Robotická strážní věž SRG-A1 míří na člověka [4] .....	21
Obr. 7 Robot Jevit [7].....	21
Obr. 8 SmartBird – robotický racek [3] .....	22
Obr. 9 Robotická ponorka Aquanaut [3] .....	23
Obr. 10 ONYX – exoskelet budoucnosti [3].....	24
Obr. 11 Phantom 4 – malý průzkumný dron [3] .....	25
Obr. 12 Mobilní robotická platforma [17] .....	25
Obr. 13 Robotický potápěč buddy [3] .....	26
Obr. 14 Autonomní robotická ponorka [18].....	26
Obr. 15 Platforma TAROS 4x4 TCX G2 [10] .....	27
Obr. 16 Platforma TAROS 6x6 FURBO [10].....	28
Obr. 17 Platforma TAROS 6x6 V2 [10] .....	29
Obr. 18 Malý robot Orpheus-AC2 [10].....	30
Obr. 19 Ženíjní robot TALON [8] .....	30
Obr. 20 Pyrotechnický robot tEODor [13].....	31
Obr. 21 Profesionální kvadrokoptéra DJI Matrice 210 [12] .....	32
Obr. 22 Hasicí bezdrátově ovládaný robot LUF 60 [14].....	33
Obr. 23 Mobilní robot Hardy [19].....	34
Obr. 24 Mobilní agrární robot R80 rozstřikuje dezinfekci [5] .....	35
Obr. 25 Mobilní servisní robot MAARS [25] .....	36
Obr. 26 Kráčející systém Laika [26] .....	36
Obr. 27 Bionický robot Salamandra robotica II [29] .....	39
Obr. 28 Kolo-létající robot [28] .....	39
Obr. 29 HDT Hunter WOLF 30 mm při testovací střelbě [20].....	63
Obr. 30 Graf zobrazující počty servisních robotů v obraně a logistice.....	72

Obr. 31 Graf zobrazující počty servisních robotů v různých oblastech .....	73
--	----

**Seznam tabulek**

Tab. 1	Porovnání jednotlivých mobilit v městském prostředí.....	65
Tab. 2	Porovnání jednotlivých mobilit v prostředí jaderných elektráren .....	66
Tab. 3	Porovnání jednotlivých mobilit ve stavebnictví.....	67
Tab. 4	Porovnání jednotlivých mobilit ve vojenských operacích .....	69
Tab. 5	Počty robotů od roku 1998 do 2021 .....	71
Tab. 6	Počty robotů za období 2016 – 2017.....	71
Tab. 7	Parametry robotu MAARS.....	75

## Seznam použitých značek a symbolů

mm	<b>milimetr</b> , násobek metru, základní jednotky SI
min	<b>minuta</b> , odvozená jednotka času
kg	<b>kilogram</b> , základní jednotka v SI, jednotka hmotnosti
km/h	<b>kilometr za hodinu</b> , odvozená jednotka rychlosti
kW	<b>kilowatt</b> , odvozená jednotka, jednotka výkonu
UAV	<b>Unmanned aerial vehicle</b> , v češtině: bezpilotní vzdušné vozidlo
UUV	<b>Unmanned underwater vehicle</b> , v češtině: bezpilotní podvodní vozidlo
UGV	<b>Unmanned ground vehicle</b> , v češtině: bezpilotní pozemní vozidlo
SW	<b>Software</b> , v češtině: programové vybavení
3D	<b>Trojrozměrný</b>
IFR	<b>International Federation of Robotics</b> , v češtině: Mezinárodní robotická federace
AI	<b>Artificial Intelligence</b> , v češtině: umělá inteligence
OM	<b>Objekt manipulace</b>
SÚ	<b>Servisní úloha/y</b>

## Slovník termínů

**Manipulátor** – zařízení bez řídicího systému v dnešním pojetí (uvádí se také, že jde o zařízení s nulovou úrovní inteligence), zpravidla pracující v cyklickém režimu.

**Robot** – je reprogramovatelný multifunkční manipulátor navržený pro přenášení materiálu součástí, nástrojů, nebo specializovaných zařízení, pomocí variabilně programovaných pohybů k provádění různých úkolů.

**Servisní robot** – mobilní zařízení, které pracuje částečně nebo zcela samostatně a vykonává službu lidem, s výjimkou výrobních operací, je volně programovatelný.

**Průmyslový robot** – manipulační stroj, který pracuje automaticky a podílí se na průmyslové výrobě, má nejméně 3 neprogramovatelné pohybové osy.

**Modulární** – systém skládající se z více prvků, umožňujících jejich výměnu za jiné.

**Interoperabilita** – schopnost různých systémů vzájemně spolupracovat.

**Efektor** – výkonný subsystém průmyslového případně servisního robotu.

**Lokomoční ústrojí** – technický prostředek (podvozek) umožňující pohyb.

**Unibody** – podvozek a karoserie byly integrovány do sebe.

## Úvod

Servisní roboty se v dnešní době začínají velice rychle prosazovat ve všech možných odvětvích od civilního sektoru až po profesionální využití. Dá se říct, že oblast mobilní robotiky je nejrozšířenější, teda pokud vynecháme průmyslové roboty. Servisní roboty se liší od průmyslových, jelikož servisní robot vykonává službu lidem, kdežto průmyslový robot slouží výhradně v průmyslové automatizaci.

Téma mobilní robotiky je velmi rozsáhlé, což jsem při výběru tohoto zadání vůbec netušil, ale zase na druhou stranu mě při jejím vypracovávání vtáhlo hlouběji do dané problematiky. Práce může posloužit i jako stručný přehled, nebo úvod do světa robotiky. Příklady všech robotů nemají uvedeny své parametry a specifikace, ale dají se najít na stránkách uvedených v citacích.

Významem řešení problematiky je, že existuje určitá snaha o zachycení všech možných informací o mobilních servisních robotech v bezpečnostních složkách. Informací je stále velké množství a díky této práci se tyto informace vytřídí a zbude jen to důležité jádro dané věci.

Cílem této práce je popsat problematiku servisních mobilních robotů v bezpečnostních složkách. Udělat analýzu současného stavu, sepsat servisní úlohy a udělat analýzu pojednávající o mobilitách podle servisních úloh, následuje část statistiky počtu jednotlivých případů. Závěr práce se zabývá uplatněním určitého robotu k jiným účelům.



# 1 Analýza současného stavu mobilní robotiky

Z důvodu velké rozmanitosti robotů není vůbec lehké určit jejich kategorie, často se totiž prolínají. Pro každého robota jsou typické různé vlastnosti. Jako třeba: velikost (od těch nejmenších, až po opravdu masivní a komplexní robotické zařízení), dále tvar, nebo schopnosti, jež dokáže. Navíc mnoho z nich má podobné, nebo i stejné vlastnosti. Specifikace jednotlivých robotů zde nejsou uvedeny, ale dají se najít na stránkách uvedených v citacích.

Kategorizace robotů má svou normu ISO 8373 z roku 2012, další informace viz příloha A.

Bude zde uvedena pouze část normy, a to ta zabývající se zásahovými činnostmi, ostatní pouze okrajově. Norma uvádí rozdělení robotů do dvou kategorií: servisní roboty pro osobní, společně s domácím použitím a servisní roboty pro profesionální použití. Následující kapitoly se věnují pouze servisním robotům pro profesionální využití. [1]

## 1.1 Demolice a demontáž jaderných zařízení

Vhodné roboty pro člověku nebezpečnou práci, jako může být třeba: hledání přeživších přírodních katastrof, nebo ve stavu nouze. Např: po zemětřesení a tsunami, která zasáhla Japonsko v roce 2011, tak zde byli nasazeni zvláštní roboti, zvaní „Packbots“, aby prověřili následky poškození ve Fukušimské jaderné elektrárně. Každopádně v dnešní době již nebezpečnou práci, jako je demolice, nebo demontáž jaderných zařízení mohou vykonávat různí zásahoví roboti s velmi dobrou ochranou proti vnějším vlivům prostředí. „Packbots“, tuto práci odvedou velmi dobře, jelikož na to jsou specializovaní. Příklady takovýchto systémů, jsou uvedeny níže, viz obr. 1 a obr. 2.



Obr. 1 a obr. 2 PackBoti [2, 3]

## 1.2 Záchranné roboty

Speciální roboti pro záchranné operace jsou nedostatkovým zbožím, protože takový robot musí být schopen vyhodnotit velké kvantum informací, např. nasazení záchranného robota v oblasti těsně po zemětřesení je nesmírně těžký úkol. Robot musí být schopen rozpoznat zasypané lidi v hromadách sutin, musí se umět bezpečně pohybovat po nezvyklém terénu, jako třeba hromady kamení a dřeva. Měl by také odolat i dalšímu případnému zemětřesení apod.

V případě záchrany života osob, nebo zvířat se dnes využívají roboti uzpůsobení pro zvedání zátěže ze země a její následný transport. Najdou zde tedy uplatnění všechny roboty s nosností kolem 100 kg, tedy ty, které umí uzvednout, nebo unést člověka viz obr. 3. Záchranné aplikace se neobjevují jen v civilním sektoru, ale také v armádním sektoru, např. při záchrane zraněných v nedostupných místech.



Obr. 3 Robotický záchranář v akci [4]

### 1.3 Protipožární roboty

Jsou vhodné pro nebezpečné zásahy, při nichž hrozí riziko výbuchu např. acetylenových lahví v hořící budově. Člověk se tedy díky nasazení robotů nemusí sám ohrožovat na životě. Dříve hasiči vynesli lahve mimo ohroženou oblast a následně se chladily, dnes se již tento způsob nevyužívá a místo něj hasiči láhev prostřelí, dojde tak k rychlému vyhoření obsahu láhve. K výbuchu tak nedojde a láhev již není nebezpečná.

Další problém v dnešní době spočívá v kontrole spáleniště po požáru. Prostor hlídá hasičská záchranná jednotka připravená k hašení. Namísto hasičů, by mohl prostor kontrolovat robot, třeba takový uvedený na obr. 4.



Obr. 4 Hasičský robot TC800-FF [6]

## 1.4 Dohlížecí / bezpečnostní roboty

Co se týče bezpečnostních, nebo dohlížecích, tak zde patří různé robotické ochranné systémy, systémy zajišťující monitoring a zařízení chránící vzdušný prostor před nepovolaným vstupem. Ochranné systémy zajišťují ostrahu objektů mohou být využity i jako robotická stráž ve věznicích, jak je vyobrazeno na obr. 5.



Obr. 5 Robotická stráž ve věznici v Jižní Koreji [4]

Mezi dohlížecí, nebo monitorovací roboty můžou patřit různé kamerové systémy, nebo roboti chránící určité území. Příklad takového systému lze najít na hranici Severní a Jižní Koreou. Tamní nepřátelské chování si každý rok vynucuje nemalé ztráty na životech, a proto byly zavedeny robotické ochranné jednotky. Tyto roboty mají dokonce povoleno zastřelit člověka snažícího se dostat přes hranici. Vyobrazení z tamních konfliktů je vidět na obr. 5. Robot je vybaven kulometem a granátometem. Systém má i citlivé senzory teploty a pohybu, díky kterým dokáže zaměřit cíl až do vzdálenosti 3 km. Také má kamery umožňující zaměření cíle i při nízké hladině osvětlení např. v noci. [4]



Obr. 6 Robotická strážní věž SRG-A1 míří na člověka [4]

## 1.5 Roboty pro odminování

Pyrotechnická činnost je vysoce riziková, a i tady může robotizace ochránit lidské zdraví a život. Své místo roboti nachází při pyrotechnickém průzkumu v poválečných zaminovaných oblastech. Robot musí být vybaven detektorem kovů a detektor výbušnin. Roboty pro odminování musí také zajistit manipulaci, jejich následnou bezpečnou deaktivaci a zneškodnění. Práce zaměřená na likvidaci min na určitém území je pro člověka velmi psychicky náročná a díky tomu dochází k chybám způsobeným únavou a spěchem vyplývajícím z pocitu ohrožení končících smrtí. Příklad robota, který umí nalézt a zneškodnit minu, je uveden na obr. 7.



Obr. 7 Robot Jevit [7]

## 1.6 Bezpilotní vzdušná vozidla

Bezpilotní vzdušná vozidla (UAV), neboli dron je velmi široká oblast. Počítají se zde všechny druhy robotů schopných letu, také zde patří celá škála těch, kteří operují ve vesmíru. Z hlediska základního rozdělení zde patří standardní létající roboty a bio robotické (viz obr. 8). Mezi standardní létající roboty patří Dron je vlastně bezpilotní letoun řízený na dálku, nebo plně autonomní systém. Čili jsou to vlastně drony, o kterých bude více popsáno v kapitole bezpečnostních složek.



Obr. 8 SmartBird – robotický racek [3]

## 1.7 Bezpilotní pozemní vozidla

Bez posádková pozemní vozidla (UGV), které fungují bez přítomnosti lidského faktoru ve vozidle, patří dnes ve velmi rozšířenou kategorii. Co se týče zásahových UGV, tak ty najdou uplatnění takřka při jakékoli příležitosti. UGV se začínají rychle rozšiřovat zejména v armádním sektoru. Pomáhají lidem v těžkých situacích a ulehčují práci. Tyto systémy mají tu výhodu, že používají modulární podvozky, díky kterým je možné přizpůsobit platformu pro danou úlohu, příklady jsou uvedeny v kapitole 2.



## 1.8 Bezpilotní podvodní vozidla

Podvodní bezpilotní vozidla (UUV), zaujímají specifickou kategorii robotů určených výhradně pro použití pod vodní hladinou. Vývoj těchto robotů pochází z vojenských kruhů, kde mají konstruktéři k dispozici ohromné finanční prostředky. V armádách vyspělých zemí po celém světě tyto systémy nejčastěji plní úkoly špionáže. Mohou také zasahovat při ozbrojených konfliktech. Je třeba dodat, že umělá inteligence těchto zařízení je již na úrovni rozpoznání vojenských plavidel od těch civilních, což předpovídá, že v brzké budoucnosti se tyto funkce ještě zlepší. Naproti tomu v civilním sektoru je využívají potápěči při záchranných misích pohřešovaných lidí, kteří se ztratili např. v zatopené jeskyni. Nasazením záchranného UUV do takovýchto míst, se nemusí na životě zbytečně ohrožovat případní záchranáři. Příklad podvodního robotu, pracujícího pod vodní hladinou, který se dokáže sám přetransformovat do ponorky je uveden níže na obr. 9.



Obr. 9 Robotická ponorka Aquanaut [3]

## 1.9 Ostatní obranné aplikace

Mezi ostatní obranné aplikace je možné zařadit ty, které se používají u armády nebo policie. U policie to může být nasazení speciálních robotických zařízení, které se

## 1.10 Exoskelety

Speciální obleky pro využití ve zdravotnictví, např.: k pomáhání ochrnutým lidem znovu chodit, nebo v armádě ke zvýšení síly a možné zátěže člověka (vojáka), aby mohl unést těžší břemena a mít rychlejší pohyb. Takový exoskelet lze vidět na obr. 10.

Některé exoskelety jsou konstruovány jako celé obleky, přičemž operátor sedí uvnitř a ovládá jej svými pohyby.



Obr. 10 ONYX – exoskelet budoucnosti [3]

## 1.11 Bezpečnostní složky

Tématem je problematika okolo robotů použitých v bezpečnostních složkách, jako je: policie, hasiči a armáda.

Patří zde dálkově ovládané, předem naprogramované, nebo plně soběstačné roboty sloužící k různým účelům. Rozděleny jsou na: vzdušné, pozemní a podvodní.

### 1.11.1 Vzdušné

Zde patří různé druhy dronů, nazývaných též, jako létající bez posádková vozidla. Mají různou velikost a výši autonomie. Některé mohou být řízeny operátorem a jiné zase



nepotřebují ke svému řízení operátora, takže jsou plně autonomní. Klasickým příkladem dronu je kvadroptéra vyobrazená níže na obr. 11.



Obr. 11 Phantom 4 – malý průzkumný dron [3]

### 1.11.2 Pozemní



Obr. 12 Mobilní robotická platforma [17]

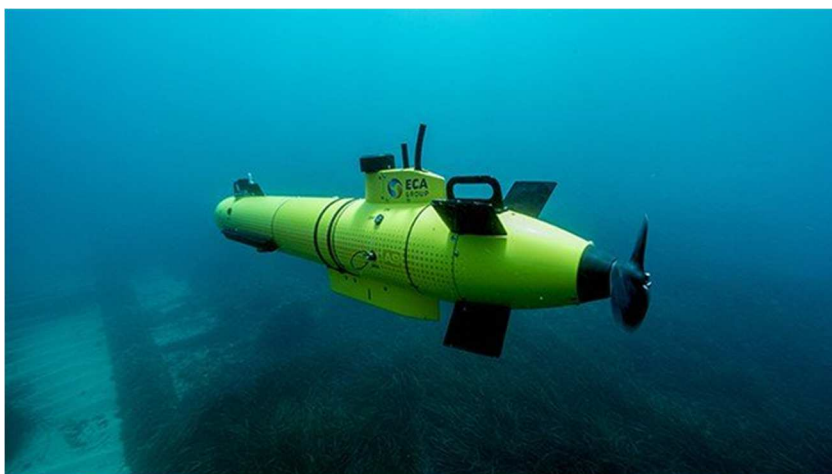
Většinou to jsou menší roboti, na dálku ovládaní operátorem. Využití je prakticky neomezené, stačí mít jen dobrou představivost a určitou míru kreativity. Podvozky mají různého typu. Od kol, přes mechanické nohy, až po pásy. Můžou být využiti, jak pro nasazení ve válečném konfliktu, tak i jako malí průzkumníci v místech, kam se člověk nedostane. Mobilní robotická platforma na obr. 17, tvoří základ většiny mobilních pozemních robotů. Nebylo by špatné se zmínit také o robotech pro likvidaci nebezpečných objektů (nastražené bomby apod.) s odkazem na detailnější popis v kap. 2.2.1.

### 1.11.3 Podvodní

Specifické odvětví využití robotů pod vodní hladinou k různým účelům např: vykonávání prací, které člověk nedokáže. Materiál chránící povrch těchto mechanických výtvorů musí splňovat určité parametry. Může to být třeba odolnost vůči působení tlaku, nebo proti korozi, způsobené slanou vodou. Jako příklad je uveden výsledek studentů při práci na projektu OceanOne, je robotický potápěč, tzv „buddy,“ který je na obr. 13. [3]



Obr. 13 Robotický potápěč buddy [3]



Obr. 14 Autonomní robotická ponorka [18]

Tato autonomní robotická ponorka vyobrazená na obr. 14, dokáže rozpoznat válečná plavidla od civilních.

## 2 Mobilní roboty v bezpečnostních složkách ČR

Mobilní robotika v ČR není ještě moc rozšířená. Bezpečnostním složkám se nechce investovat nemalé peníze do zařízení, které ještě není otestované a je relativně nové, co se týče použitých technologií. Na druhou stranu v armádě to takový problém není, avšak pořád se nemůže náš stát rovnat např. s USA, kde je nasazení robotů v mnohonásobně větších počtech.

### 2.1 Armáda České republiky

Naše armáda má k dispozici pár robotů, které pomáhají plnit nejrůznější úkoly. Platforma RAROS, je využita k vytvoření 3 druhů robotů, z nichž každý má jinou nádstavbu. Zatím nebyly využity v reálných válečných konfliktech. Prochází postupným vývojem (vylepšování konstrukce, montáž modernější sensoriky, přidávání nových funkcí apod.).

#### 2.1.1 Podpůrné a bojové



Obr. 15 Platforma TAROS 4x4 TCX G2 [10]

Naše armáda vlastní v této kategorii pouze jeden typ robota. Je to vlastně platforma, na kterou se dá nainstalovat prakticky cokoli. Jedná se o podvozek se dvěma nápravami, nebo třemi. Všechna kola jsou hnací, navíc slouží i k zatáčení, díky čemuž se platforma dokáže otáčet na místě, nebo pohybu šikmo do strany. Armáda má k dispozici tři druhy nástaveb na tuto platformu nazvanou TAROS viz obr. 15, patří mezi první česká bez posádková vozidla.

Na všech prototypch bez posádkových vozidlech TAROS, pracovala firma VOP. Tento prototyp byl prakticky využit jen k odzkoušení technologií a zjištění co a jak může fungovat. Platforma TAROS 6×6 FURBO dominuje svojí sensorikou na robotické věži a zbraňovým systémem na přídi, viz obr. 16. [10]



Obr. 16 Platforma TAROS 6×6 FURBO [10]

Zde již konstruktéři pokročili a vyvinuli speciální výsuvné rameno, na kterém jsou umístěny nejrůznější senzory jako např.: Laserové dálkoměry, infračervené kamery, denní kamery atd. Na přední část robotu lze upevnit zbraňový systém s celou škálou použitých zbraní, např. u obrázku vpravo je namontována útočná puška CZ 805 BREN. V zadní části je nainstalována speciální jednotka s otevíratelným vrškem. Uvnitř je schovaná malá kvadrokoptéra s možností průzkumu okolí. Dle požadavků zákazníka je možné nainstalovat na podvozek prakticky jakýkoli zbraňový systém, nebo optické vybavení. I u tohoto modelu je pohon na všech šesti kolech. Zároveň se dají také všechny nezávisle na sobě natáčet. Pohon je buď čistě elektromotorem, anebo hybridním pohonem.

Model FURBO se tedy dá využít jak pro průzkumné účely, tak i případně pro plnění bojových úkolů. [10]



Obr. 17 Platforma TAROS 6x6 V2 [10]

Tato platforma je určena pro zadání sériové výroby pro AČR, neboť slouží jako podpůrné bez posádkové vozidlo pro pozemní vojsko. Díky velkému úložnému prostoru dokáže táhnout těžký náklad, a navíc i nést, jak lze vidět na obr. 17.

Elektronika v robotu je na takové úrovni, že dokáže autonomně projet určitou trasu, nebo vyhnout se překážkám. Dokáže tedy detekovat objekty a zvolit objízdnu trasu. Je také možné, aby vozidlo sledovalo vedoucího skupiny a bylo pořád v jeho blízkosti. V případě potřeby se dokáže po stisknutí tlačítka vrátit zpět na základnu, třeba z důvodu odvozu vzorků, nebo zraněného vojáka.

Hmotnost robota je zhruba 1 400 kg a výkon jednoho elektromotoru pohonu kola 10 kW. [10]

### 2.1.2 Průzkumné

Zde naše armáda má dalšího zástupce robotů, navrženého a vyrobeného studenty VUT v Brně. Je to Malý robot Orpheus-AC2 s kamerovým systémem a odolnou konstrukcí, jak jej lze vidět na obr. 18.



Obr. 18 Malý robot Orpheus-AC2 [10]

Byl vyvinut studenty na VUT v Brně. Materiál zde použit je hliník. „Orpheus,“ je odolný vůči chemickým útokům. Na pohyblivém rameni má umístěnou kameru, pomocí, které vidí operátor, co se před robotem nachází. Jeho váha je 50 kg. Problém s řízením je vyřešen buď po drátě, nebo bezdrátově. Bezdrátově má větší dosah (až 1 km). Je možné ho mít v provozu až 4 hodiny. [10]

### 2.1.3 Ženijní

Zde by bylo možné zařadit i onu modulární platformu robotu TAROS, neboť jeho využití je možné i u ženistů. Jinak zde patří ženijní robot TALON určený nejen pro deaktivaci výbušnin, právě deaktivuje nevybuchlou hlavici viz obr. 19, ale i pro případnou záchranu



Obr. 19 Ženijní robot TALON [8]



zraněných lidí.

Uplatnění může najít nejen v armádě, ale také např. u policie, nebo u záchranářů. Umí také zvedat břemena, naložit a odvést, což se hodí k tomu, aby hrozbu spočívající v nastražené výbušnině, deaktivoval a přepravil na bezpečné místo.

Robot může být vybaven až sedmi kamerami, pomocí kterých operátor dokáže vidět v různých spektrech vidění, i ve tmě. Také nese zařízení pro zaznamenávání zvuku, což je pro pyrotechniku žádoucí. Pomocí vysoké antény má celkem velký dosah, až 1200 metrů. Dokáže unést až 45 kg zátěže. Pomocí efektoru dokáže čelistmi utáhnout okolo 77 kg zátěže, ale ramenem zdvihnout pouhých 9 kg. [8]

## 2.2 Policie České republiky

PČR používá pro své potřeby v případě pyrotechnického zásahu robota k tomu určeného. Nasazování lidí do tak nebezpečných scénérií, jako je deaktivace výbušnin je v dnešní době již nemyslitelné.

### 2.2.1 Pyrotechnické



Obr. 20 Pyrotechnický robot tEODor [13]

Pyrotechnický robot tEODor, viz obr. 20, využívaný ke zneškodňování nástražných výbušných systémů využívá PČR jako náhrada za pyrotechnika, který by jinak musel vystavit svůj život nebezpečí z případného výbuchu, např. při deaktivaci výbušniny. Pyrotechnik tak může na dálku deaktivovat zařízení, aniž by se u něj fyzicky vyskytoval.

Dálkově ovládané opásané vozidlo bez posádky je vybaveno celou řadou nástrojů k otevírání dveří, rozbíjení oken, rentgenem nebo speciálním rozstřelovacím zařízením. Jedná se prakticky o trysku s vodním paprskem o vysokém tlaku, pomocí kterého rozřízne bombu a oddělí tak iniciátor (rozbuška, roznětka atd.) od výbušniny. Díky tomu k výbuchu nemůže dojít.

Nainstalovanou má i rentgenovou hlavici, která je schopná prosvítit předmět rentgenovými paprsky a odhalit tak co se uvnitř skrývá. Hodí se to zejména k odhalení, zdali je v onom kufríku to, pomocí čeho si pachatel určuje podmínky vydání rukojmích. [13]

## 2.3 Hasičský záchranný sbor České republiky

HZS má k dispozici několik podpůrných robotických systémů, které hasičům šetří namáhavou práci, kterou za ně začínají zastupovat.

### 2.3.1 Průzkumné



Obr. 21 Profesionální kvadrokoptéra DJI Matrice 210 [12]

Hasiči taktéž využívají malý dron, pro rychlý průzkum oblastí. Měla by být vodovzdorná a taktéž teplovzdorná, což se dá čekat při nasazení v podmínkách, ve kterých hasiči pracují. Kvadrokoptéra na obr. 21 odolává teplotám od minus 20 °C až do plus 45 °C. Použití kamery je



nezbytné pro zjištění oblasti postižené silným žářem, nebo lokalizování příčiny vzniku rozšíření ohně. [12]

### 2.3.2 Hasičí



Obr. 22 Hasičí bezdrátově ovládaný robot LUF 60 [14]

Jedná se o bez posádkové mobilní hasicí zařízení s účinným hasicím účinkem na 300 metrů, které pomáhá hasičům se zvládnutím ohně viz obr. 22. Pomocí opásaných kol je schopen vyjet strmý svah, nebo schody pod úhlem max. 30°. Břemena do 400 kg také nejsou žádný problém pro tohoto robotického hasiče. Velkokapacitní přetlakový ventilátor je hlavní předností tohoto robotu, protože dokáže vytvořit vodní mlhu nebo úzký proud. Tato technologie umožňuje eliminovat zplodiny hoření, kouř, sálavé teplo, toxické plyny a celkově snižuje intenzitu požáru. Na dálku řízené zařízení má další záložní ruční ovládání, kdyby náhodou vypadl proud. [14]

Jako další zajímavý příklad je zde uveden víceúčelový servisní robot Hardy. Dá se použít pro zásahové a také záchranářské účely. Pohon je realizován hybridně, a to: hydraulickým agregátem a spalovacím motorem. Robot byl postupně upravován, až se dostal do dnešní podoby, jako je vidět na obr. 23. Hlavními unikátními přednostmi tohoto mobilního robotu je chapadlo sestávající se ze 3 hydraulicky poháněných prstů. Dále je jím velmi prakticky umístěná tryska, a to přímo ve středu efektoru. Prvky ochlazování jsou umístěny v podvozku, jsou jimi přídatné trysky tvořící vodní mlhu, která chrání robota před žářem. [19]



Obr. 23 Mobilní robot Hardy [19]

Řízení zajišťuje operátor pomocí počítačové aplikace, díky které dokáže pohybovat rameny za pomoci pákového ovladače a dotykové obrazovky. Zpětná vazba od robotu zahrnuje obraz z kamer umístěných na rameni robotu, data ze senzorů a interaktivní 3D vizualizaci, pomocí které operátor ví jaká je aktuální poloha ramene a efektoru. Operátor komunikuje s robotem pomocí wi-fi signálu. Ovládání pojezdu je řešeno přes komunikační kanál přesahujícím dosah a prostupnost, než jakou má wi-fi signál. Více informací viz odkaz v citaci. [19]

Základní technické údaje [19]:

- Celkové rozměry: 3100 x 2060 x 2910 mm.
- Hmotnost: 4500 kg.
- Nosnost: 300 kg v chapadle.
- Hasící médium: voda, průtok 400 l/min, tlak 0,6 MPa (max. 1,2 MPa).
- Rychlost jízdy: max. 10,6 km/h.

### 3 Mobilní roboty ve světě

Mobilní robotika je ve světě, tedy v zahraničí hodně rozšířená a v mnohých případech i mnohem více než u nás. Mobilní roboti v zahraničních bezpečnostních složkách hrají velkou roli při ochraně lidí, stejně jako u nás, akorát ve větším měřítku. S postupným vývojem nových technologií v oblasti robotiky, přichází i nové a lepší konstrukční řešení servisních robotů. Díky již nabytým zkušenostem přichází i nové trendy. V této části je uvedeno pár příkladů mobilních servisních robotů ze zahraničí, které již plní úkony v bezpečnostních složkách.



Obr. 24 Mobilní agrární robot R80 rozstříkuje dezinfekci [5]

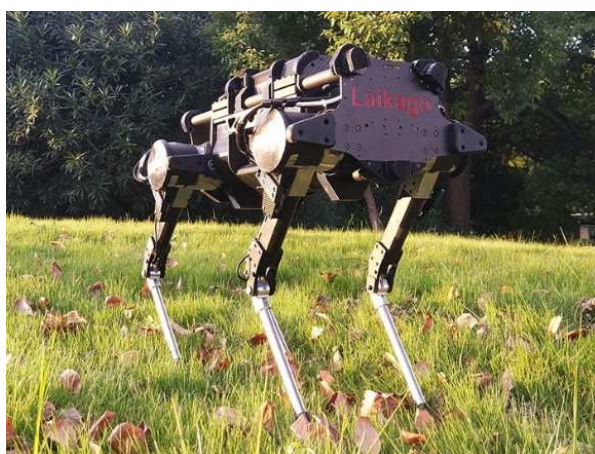
V souvislosti s aktuální situací ve světě, je zde uveden mobilní robot původně využívaný k postřiku polí, monitoringu a přepravě, je v době pandemie viru SARS-CoV-2 využit k rozstříku dezinfekce v zamořených oblastech čínských ulic. Robot na obr. 24 úzce spolupracuje také s dronem, který dezinfekci rozprašuje ve větších výškách. [5]



Obr. 25 Mobilní servisní robot MAARS [25]

Moderní zbraňové systémy umístěné na robotovi MAARS na obr. 25, jsou smrtelně nebezpečné. Takový robot je přímo určený k tomu, aby zabil člověka. Ten na obrázku je vyzbrojen 4 granátomety a kulometem, což představuje poměrně velkou palebnou sílu.

Lidé po celém světě protestují proti těmto tzv. „killer robots,“ v češtině: roboti zabijáci.



Obr. 26 Kráčející systém Laika [26]

Kráčející systém na obr. 26, používá k pohybu 4 robotické nohy. Firma, která se zabývá těmito systémy nese název Boston Dynamics. Tento systém najde využití tam, kde ostatní selhávají, jako je např. úlohy vyžadující velkou rychlost pohybu (běh, klus apod.), úlohy vyžadující tichý pohyb v terénu (plížení, plazení apod.), úlohy s výskytem vyšších překážek (nutnost překročení, přeskočení apod.)

## 4 Rozdělení robotů podle typu mobility

Subsystem mobility realizuje naprogramovaný pohyb a orientaci v prostoru. Jedná se o všeobecný pohyb ve všech směrech, dále zastavení na místě a v neposlední řadě také stabilita při pohybu.

Požadavky na tento systém můžou být: pohyb ve všech směrech, rotace, nebo otáčení na místě i v pohybu, rychlá změna směru pohybu a s tím související dobrá manévrovatelnost, dobrá průchodnost prostředím, nosnost, minimální vnější rozměry apod.

Rozdělení dle typů mobilit vychází z předchozí analýzy a dalo by se uvést do dvou hlavních skupin: umělé systémy (nebiologické) a biologické systémy. Mezi umělé patří: pásové a kolové, mezi biologické patří: kráčející, plovoucí a létající. Ke kráčejícím se ještě pojí: plazící, skákací, šplhající. [21]

### 4.1 Kolové

Tato konstrukce, je založena na principu lidského vynálezu modelu kola, které má schopnost valení po podložce. Kola umožňují systému docílit vysokých rychlostí, ale mají zase problém s prostupem v terénu. Robot je schopen vykonávat následující pohyby: po rovné ploše ve všech směrech a po šikmé, nebo zakřivené ploše. Příklady využití kol jsou vyobrazeny v podkapitole 2.1.

### 4.2 Pásové

Konstrukce lokomočního ústrojí tohoto typu, je založena na principu lidského vynálezu modelu pásu. Pás má také schopnost valení. Tyto systémy lépe pronikají terénem, ale zase neumožňují docílovat vysokých rychlostí a mají obecně horší řízení pohybu. Pohyb umožňují

ve všech směrech, jak po rovině, tak v terénu. Příkladem jsou roboty v podřazené podkapitole 2.3.2.

### **4.3 Vzdušné**

Vzdušné roboty mají předlohu v biologických modelech. Inspirace vychází z pohybových ústrojí létajících živočichů (ptáci, hmyz, obojživelníci apod.) Dochází zde ke vztlaku způsobeného tvarem křídel, díky čemuž tyto systémy mohou létat. Vzdušné prostředí umožňuje pohyb ve všech směrech. Příklad létajícího systému, je uveden v podkapitole 1.6.

### **4.4 Kráčející**

Kráčející systémy jsou založeny na principu končetin živočichů. Konstrukteři kopírují strukturu končetiny a z ní poté vytváří robotické struktury (nohy, nebo prsty.) Roboty s těmito možnostmi mohou snáze překračovat překážky a umožňují také velkou rychlost pohybu. Umožňují pohyb v terénu v jakémkoli směru. Příklad je uveden v kapitole 3.

### **4.5 Plovoucí**

Princip těchto systémů má původ ve sladkovodních a mořských živočiších a rybách. Konstrukce vychází z jejich pohybu ve vodním prostředí (pohyb pod vodou pomocí ploutví, kráčení po dně pomocí kráčivých končetin apod.) S vynálezem lodního šroubu, se technologie stavby lodí přizpůsobily tomuto druhu pohonu, ale s postupným vývojem se začínají využívat i roboty, které používají k pohybu ploutve, blány, vodní trysky apod. Rychlost pohybu robotu s vodní tryskou umožňuje na hladině docílovat vysokých rychlostí. Pohybují se prakticky ve všech směrech. Příklad je uveden níže na obr. 27, což je bionický salamandr.



Obr. 27 Bionický robot Salamandra robotica II [29]

## 4.6 Hybridní

Speciální typy hybridního robotu kombinují různé předešlé případy např. kolo-létající, kolo-pásový, kolo-kráčející apod. Kolo-létající systém na obr. 28, nalezne uplatnění např. v oblastech s řídkým vzduchem, kde by již nebyl schopen letu. Použije pro svůj pohyb svá kola, určená spíše pro pohyb po písčitém povrchu.

Různé druhy „packbotů,“ používají hybridní typy mobility, za účelem lepší prostupnosti nestandardním prostředím (trosky budov, kontaminovaná voda, úzké prostory apod.)

Hlavním důvodem volby hybridního typu mobility je spojení vlastností dílčích mobilit.



Obr. 28 Kolo-létající robot [28]



## 5 Servisní úlohy v oblasti zásahu

Jak již sám název napovídá, jedná se o širokou oblast. Každý robot je určen pro určitou servisní úlohu. Zahrnují se zde nejrůznější prostředí, kde se dají využít roboty se specifickými vlastnostmi, nebo speciálně upravené, ať už modulární, či klasické mobilní manipulátory. Naproti ne příliš obtížným úlohám (manipulace s materiálem, domácí práce, monotónní činnosti apod.), které zvládne i tuctový klasický průmyslový robot, existují také velmi náročné (zbraňové systémy, záchranářské a hasičské systémy, monitorovací systémy, transportní systémy apod.), jež kladou mnohdy vysoké nároky na odolnost konstrukce a bezporuchový plynulý chod. Prostedí, ve kterém se roboti k servisním úlohám jsou většinou venkovní prostory, ale můžou to být i uzavřené místnosti. [15]

### 5.1 Obecný popis problematiky

Obecné záležitosti týkající se zásahových mobilních robotů jsou popsány níže. Patří mezi ně různé vlivy působící na robota, problematika ze strany zákonů, rizik a omezení využití. Roboti taktéž mají různé druhy efektorů pro danou úlohu, více je uvedeno v kapitole 3.1.4.

Pro každou servisní úlohu jsou vybrány pouze případy, kdy je potřeba provést nějaký druh zásahu. Ke každé podřazené podkapitole servisních úloh budou popsána určitá specifika dané oblasti.

#### 5.1.1 Nežádoucí vlivy a jejich druhy

Vlivy prostředí je nutné zvažovat již při návrhu robotu. Hlavně se řeší ještě před koupí, protože pokud by se to opomíjelo, mohly by způsobené následky způsobit velké problémy, vedoucí až ke zničení zařízení.



Obecně lze uvést vliv stoupajících nároků na elektrickou energii, kterou je potřeba nějak dopravit do robota. Základní vlivy jsou popsány níže a detailnější rozpis vlivů je uveden u každé servisní úlohy zvlášť. Ne vždy mohou všechny vlivy nastat.

- Vliv tlaku:

Na robota působí atmosférický tlak vyvolaný tlakem vzduchu. V případě zásahových robotů to zde nebude vyvolávat velké problémy, neboť povrch a celá konstrukce zásahových robotů musí odolat mnohem vážnějším hrozbám. Musí odolat různým druhům tlaků: odolávání tlakové vlně (typicky při explozi), tlaku při nárazu objektu na robot (dopad projektilu na povrch robotu apod.), tlaku vody ve velkých hloubkách. Podtlak, nebo vakuum se může také objevit např. při vesmírných misích.

- Vliv záření:

Záření postihuje nejen manipulátory, ale všechny věci, jenž mají svůj povrch vystaven přímému slunečnímu záření, nebo jiným druhem elektromagnetického záření. Roboty nasazené v zamořených oblastech radiací, musí být vybaveny ochranou proti různým druhům záření, nejčastěji záření gama. Pro odstínění tohoto typu se využívají tlusté pláty olova. Bez ochrany, může dojít ke zničení elektroniky, nutné pro správnou funkci a pohyb.

- Vliv vlhkosti ovzduší:

Nadměrné hodnoty vlhkosti způsobují korozi materiálů. Je tedy nutné zvážit, jaký druh materiálu použít, pro dané prostředí, ve kterém bude robot operovat. Je také vhodné poskytnout kvalitní povrchovou úpravu materiálů náchylných ke korozi. Zásahové roboty budou z velké pravděpodobnosti vystaveni zvýšené vlhkosti ovzduší (vliv geografických podmínek), protože je bude potřeba využít i v dešti, nebo při povodních, kde bude mít za úkol vyprostit lidi z trosek apod. U podvodních robotů může vznikat kondenzace uvnitř robotu, takže tomu všemu musí být konstrukce robotu přizpůsobena.

- Povětrnostní vlivy:

Děšť a vítr, také dokážou své. Kapky deště mají prakticky 100 % vlhkost, takže způsobují korozi materiálu, na který dopadají. Silný vítr na druhou stranu může lehčí vozítko převrátit a poškodit jeho vnější součástky senzorů, nebo citlivé části konstrukce, např. silná vichřice

dokáže převrátit i tunový automobil, tím pádem s lehčími roboty nebude mít žádný problém je převrátit, nebo dokonce vznést do vzduchu a následně rozbít o zem.

Proti takovému typu nežádoucího vlivu, bude zapotřebí navrhnout konstrukci robota tak, aby se nedal lehce převrátit, tudíž aby měl těžiště co možná nejnižší zemi. Dalším opatřením, by mohlo být navýšení hmotnosti a její rozložení. Vytvořením aerodynamického tvaru lze drasticky snížit riziko převrácení. Bohužel vždy musíme nalézt nějaký kompromis, aby byl výrobce i zákazník spokojen, takže např. na úkor ceny zrušíme aerodynamický tvar povrchu robota, čímž se také usnadní jeho výroba.

- Vliv teploty:

U každého výrobku se uvádí rozsah teplot, ve kterých jej lze používat, bez jakýchkoli následků. Jiné to není ani u zásahových robotů. Všeobecně příliš vysoká teplota není u strojů žádoucí, protože při ní vzniká vysoká pravděpodobnost poškození, až zničení manipulátoru, např. roboty zapojené do prací s vysokým žářem, čímž mohou být hořící budovy, je třeba ochránit žárupevnou, nebo žáruvzdornou ocelí a příslušnou povrchovou úpravou, chlazení vodní mlhou, hašení vodní pěnou, nebo směsí s pískem. V zamořených oblastech, např. po výbuchu atomové bomby, se teplota v okolí rapidně zvyšuje. Jako příklad lze uvést pokus využít dálkově řízeného robota po výbuchu 4. bloku jaderné elektrárny v Černobylu. Měl být využit na její střeše, k odklizení radioaktivních grafitových částí prasklého ochranného obalu jádra reaktoru. Robot americké výroby chvíli fungoval, ale potom radiace poškodila vnitřní elektroniku a tím došlo k jeho zničení.

- Mezi další vlivy můžeme zařadit:

Neodborné zacházení obsluhy, vystavení povrchu robota střelbě, nadměrné přetěžování nákladem, využívání robota k něčemu, pro co nebyl uzpůsoben atd.

Vlivy nestandardním prostředím: sopky (vysoké teploty, sopečný prach atd.), průzkum jeskyní (úzké prostory), výbušné prostředí (v dolech, při ozbrojených konfliktech, práce se vzduchotechnikou a elektronikou), vesmírné roboty apod.)

### 5.1.2 Problematika ze strany zákonů

V současné době legislativa pokulhává za neustále se rozvíjející technologii v oblasti robotiky. Pro účely zásahu, např. v zamořených oblastech se využívají roboti zvaní

„PackBots,“ které byly popsány již na začátku práce. Pro tyto roboty také platí základní zákony robotiky:

- Robot nesmí ublížit člověku.
- Robot musí spolupracovat s člověkem, kromě případů, kdy taková spolupráce je v rozporu s prvním zákonem.
- Robot musí chránit sám sebe před zničením, kromě případů, kdy tato ochrana je v rozporu s prvním zákonem.
- Robot může dělat, cokoli chce, kromě případů, kdy je takové jednání v rozporu s prvním, druhým nebo třetím zákonem.

International Organization for Standardization, neboli „ISO“, zavedla definici robota pomocí normy ISO 8373. Bohužel tato norma se zabývá pouze průmyslovými roboty a dále se již o jiných typech robotů nezmiňuje. Prozatím si tedy budeme muset vystačit se zdravým selským rozumem, řídit se pokyny od výrobce, a také dodržovat doporučené postupy při práci s robotem. Vládní nařízení, zákony a normy budou (pokud nějaké existují) popsány pro různé specifické oblasti (městské prostředí, jaderná energetika atd.) zvlášť. Zákon omezuje použití dronů. S drony nelze létat v zakázaných oblastech, kde je přímo vyznačená oblast značkami a nápisy zakazujícími použití dronů, např. vojenské prostory, prostory kolem vládních budov, letiště atd.

Nevysvětlené otázky a dotazy ohledně legislativy jsou:

- Co se stane, když robot někoho zraní?
- Kdo bude odpovídat za škody způsobené provozem robota?

### 5.1.3 Omezení využití

Omezení budou vyplývat z účelu, pro který je daný robot předurčen. V tomto případě nebudou omezení příliš velká, neboť zásahové roboty jsou ve většině případů odolné, tudíž se hodí i pro jinou práci. Nebudou se ale třeba hodit pro vykonávání různých úloh pod vodou, jelikož mají uzpůsobený pásový podvozek pro pohyb po pevné zemi. Další omezení se týká vzdušných operací. „PackBoti,“ pro vzdušné operace nejsou uzpůsobeni, ale na druhou stranu určité typy dronů by tuto práci také mohli zvládnout, např. dron hasící požár na nedostupných místech. Omezení využití budou záviset také na schopnosti robotů překonávat různé překážky (pozemní – schody apod., létající – výška apod., podvodní – hloubky, mořské proudění apod.)

#### 5.1.4 Rizika

Rizik spojených s touto servisní úlohou je mnoho. Pokud bude například policie pátrat v obchodním centru po nastražené výbušnině teroristy a využije k tomuto účelu pyrotechnického robota, aby zneškodnil nástražné zařízení, tak jej vystavuje značnému riziku. Může se totiž stát, že výbušninu nestihne včas vypátrat, nebo se mu ji nepodaří deaktivovat v čase odpočtu, takže exploduje. Následná rizika, v podobě zhroucení základů budovy a následnému pádu na nevinné civilisty stojící okolo, se také nedají vyloučit. Riziko možného zničení robota, riziko ztráty robota (ztráta komunikace – spojení operátor robot), riziko selhání části na robotu, což může mít za následek zranění lidí stojících okolo.

Riziko zneužití jakéhokoliv robota se týká napadení jeho SW hackery.

#### 5.1.5 Efektory

Tuto kategorii je také nutné zmínit, protože efektor je nezbytná součást robota, bez které by většina robotů ztratila svou funkci. Využití v zásahové servisní úloze najdou rozmanité uplatnění. Pro využití na všech frontách zásahových činností, bude zapotřebí využít nejrozličnější vymoženosti a technologie dnešní doby, protože některá nasazení vyžadují speciální úchopové zařízení, které by např. mělo odolat vnějším vlivům v zamořené oblasti. Pokud je celý robot konstruován k provádění, ať už nějakých zásahových operací, odebrání vzorků, nebo jen na průzkum, tak již při samotném návrhu, se s těmito faktory musí počítat.

Efektory rozdělujeme na manipulační (mechanické, magnetické, podtlakové), technologické (všeobecné nástroje, nářadí pro dělení materiálu, nástroje pro destrukci) a speciální (univerzální MÚE, lankový atd.) pro provádění různých neobvyklých úloh (vyprošťování osob z aut po nehodě, koncový efektor pro odminování nebezpečných oblastí apod.) [16]

## 5.2 Oblast zásahu ve stavebnictví

Zde, v této oblasti, se moc vhodných aplikací pro zásahové roboty nevyskytuje. Tato oblast je právě ještě na začátku vývoje. Jedna z mála možností je v případě, kdy je potřeba ve válečné zóně rychle postavit nějaké stavby např. pomocí technologie 3D tisku s rychle tuhnoucí směsí

### 5.2.1 Nežádoucí vlivy a jejich druhy

- Vliv tlaku:

Atmosférický tlak je proměnlivý, takže se pořád mění. S rostoucí nadmořskou výškou postupně klesá.

Roboti operující ve vyšších nadmořských výškách, pracující na stavbě např. robotická 3D tiskárna. Pokud využívá spalovací motor jako svůj pohon, tak může nastat problém při sání vzduchu do motoru. Vzduch je řidší, kvůli nižšímu atmosférickému tlaku a motor díky tomu může zhasnout. Robot by pak byl bez pohonu a byl by nepoužitelný, proto je lepší využít jiné typy pohonů např. elektrický pohon.

- Vliv záření:

Záření zde nebude mít takový vliv, navíc většina stavebních robotů nebude vystavena radioaktivnímu záření. Existují samozřejmě výjimky, které představují roboti využití při stavbě ochranného krytu pro jadernou elektrárnu v Černobylu a tam již musí mít určitou ochranu proti tomuto typu záření. Olovené plátování pomůže v tomto případě odstínit většinu dopadajícího záření.

- Vliv prašnosti prostředí:

Prašnost ovzduší je u stavebních robotů problém, neboť se dostává do mezer v pohyblivých součástích robotu, zadírají se díky tomu klouby a tím dochází k výraznému

opotřebení. Manipulátor tedy musí mít ochranné prvky, jenž zabrání proniknutí prachu dovnitř. Používají se ochranné gumové obaly pro kabeláž a vnější elektroniku. Může se také využít vnitřních ventilátorů, které plní funkci chlazení a také pomáhají udržovat čistotu vnitřních prostor.

### 5.2.2 Problematika ze strany zákonů

Platí zde také nějaké bezpečnostní opatření, pro zajištění bezpečí pro obsluhu. Když pracuje robotická 3D tiskárna na tisku domu, tak se v pracovním prostoru tohoto zařízení nesmí pohybovat žádné osoby. Zde je výpis některých platných zákonů:

Zákon č. 183/2006 Sb. Stavební zákon

Zákon č. 239/2000 Sb. Zákon o integrovaném záchranném systému

Zákon č. 416/2009 Sb. Zákon o urychlení výstavby dopravní, vodní a energetické infrastruktury

Zákon č. 127/2005 Sb. Zákon o elektronických komunikacích

### 5.2.3 Omezení využití

Omezení robotické 3D tiskárny je, že se dá využít jen k tisku a v případě napadení nepřátelskými jednotkami, je při tisku bezbranná. Musely by ji chránit robotické strážce, nebo ona sama by měla mít možnost se bránit pomocí zbraňových systémů.

Další omezení se týká jejich ceny v chudých oblastech, v důsledku toho v rozvojových zemích raději využijí na těžkou práci lidi namísto robotů. Dalším problémem, je kvalifikace operátorů a údržbářů takovýchto robotů.

### 5.2.4 Rizika

Práce s těžkými břemeny představuje vážná rizika v podobě újmy na zdraví, majetku nebo života osob. Robot manipulující s těžkými břemeny musí být správně dimenzován, aby neselhal a neusmrtil pracovníky, stojící okolo. Rizika spojená s velikostí překážky, kterou musí např. robotický bagr překonat, aby mohl nabrat a odvézt náklad, je také nutné zmínit.

V rizikových oblastech, kde se vyskytují často přírodní katastrofy, je problémové používat tyto druhy robotů, provádějící zásahovou činnost v oblasti stavebnictví.

### 5.2.5 Efektory

Efektory použitelné u dané úlohy pro zásahové roboty v oblasti stavby budov (ve válečných oblastech, kde je nutné mít zajištěné krytí proti nepřátelským střelám), jsou následující:

Technologické:

- Všeobecné nástroje: tryska (aplikace tekuté stavební hmoty), svářecí technika (spojování ocelových konstrukcí).
- Nářadí pro dělení materiálu: pila, vodní paprsek, nebo laser (řezání a dělení tvrdých materiálů).
- Nástroje pro destrukci: demoliční koule (bourání nepotřebných staveb).

Manipulační:

- Mechanické: úchopové čelisti, nebo chapadla (důležité pro bezpečnou manipulaci s těžkými objekty).
- Magnetické: permanentní magnet (bezpečná a jednoduchá manipulace s těžkými břemeny), elektromagnet (rychlé zvednutí a upuštění OM).
- Podtlakové: přísavka (manipulace se sádrokartonem).

## 5.3 Oblast zásahu v jaderné energetice

Ideální prostředí pro nasazení zásahových robotů je v jaderných elektrárnách, kde se člověk dennodenně potýká s nebezpečím ozáření.

V případě ohrožení jaderné elektrárny, např. napadení sebevražednými útočníky, můžeme nasazením robotů ztráty na životech snížit na minimum.

Problematika ohledně vyjednávání a určení podmínek, které si mohou vynutit únosci. Vyjednávací robot by musel mít umělou inteligenci na opravdu vysoké úrovni, aby dokázal tyto případy řešit, což v dnešní době zatím není možné.

V případě nehody, při které došlo k úniku radioaktivity, je role zásahového robotu neocenitelná, protože v tomto případě by člověk byl zbytečně vystaven radioaktivnímu záření, které člověka postihuje v doživotním měřítku.

### 5.3.1 Nežádoucí vlivy a jejich druhy

- Vliv radioaktivního záření:

Jak již bylo zmíněno v úvodu, tak radioaktivní záření představuje asi ten největší problém, s jakým se musí robot vypořádat. Roboty operující v prostorách jaderných elektráren, musí být perfektně odstíněny, aby je případné radioaktivní záření nezničilo.

- Vliv teploty:

Komplikaci představují vysoké teploty při zásahu v chladících systémech. Chladících systémů se v celém objektu jaderné elektrárny, vyskytuje velké množství, a proto roboty musí mít povrch chráněn proti vysokým teplotám.

- Vliv velkého komplexu elektráren:



Jaderné elektrárny, mají velké vnitřní prostory a celkově velkou rozlohu. Vlivem velkých prostor, může být obtížné dojet robotem na určené místo, v případě že je plně autonomní, tak by bylo vhodné mít v paměti zabudovanou mapu celého komplexu. Díky existenci plánů a map vnitřních prostor, má poté robot šanci dostat se na místo určení v rychlejším čase.

- Vliv lidského faktoru:

V prostorách elektrárny se stále pohybují pracovníci, a to ztěžuje robotům jejich pohyb. Pokud by tam žádní nebyli, tak potom by roboti mohli být snadněji naváděni pomocí senzorů umístěných na povrchu podlahy, díky kterým robot ví, kde se nachází a kam se má dále pohybovat. V brzké době je možné, že se tento systém zavede také v elektrárnách.

- Mezi další vlivy můžeme zařadit:

Vliv náhlých situací např. vyhlášení poplachu, na který robot musí nějak reagovat. Buď se schová do dokovací stanice a počká na další příkazy od operátora, nebo začne ihned jednat, např. zjistí, jestli se někde stala závada, nebo jestli nedošlo k nepovolanému, či násilnému vloupání do objektu apod.

### **5.3.2 Problematika ze strany zákonů**

V případě nasazení zásahových robotů v jaderné elektrárně, platí určitá pravidla. Existuje tzv. Atomový zákon, kde existují určitá pravidla provozu v jaderných elektrárnách. Zákon č. 18/1997 Sb. v platném znění a jeho prováděcích předpisů, zvláště Vyhlášky č. 307/2002 Sb. a Vyhlášky č. 219/1997 Sb. Více informací je možné zjistit z odkaz v citaci. [27]

Používání autonomních robotů si vynutilo prostředky zajištění havarijní připravenosti, které musely projít schvalovacím řízením, aby se daly takovéto systémy vůbec používat.

V jaderných elektrárnách platí zákaz nošení zbraně tak, aby šla vidět, v angličtině tzv. „open carry,“ to samé by tedy mělo platit i pro robota. Zbraňový systém (pistole, samopal,

granátomet apod.) musí být tedy schovaný a až v případě potřeby je možné jej odhalit a použít, např. v případě teroristického útoku.

### 5.3.3 Omezení využití

Omezení vyplývají z náročnosti a míry nebezpečnosti dané úlohy, kterou má robot vykonat, např. nemožnost nasazení robotu, který byl vystaven velké dávce záření a musí být tedy zlikvidován, nemůže být znova využit pro jakékoliv druhy úkonů.

Omezení vyplývá z charakteru prostoru, který je primárně koncipován pro člověka. Zásahový robot může mít tedy potíže v prostupu prostředím jaderných elektráren, které je v mnohých případech velmi složité a komplexní.

V případě plného spolehnutí se na autonomní robot, by mohlo dojít ke značným komplikacím dané situace při manipulaci se zařízeními, kvůli různým omezením pohybu robotu v prostoru, rozhodovacích schopností atd.

### 5.3.4 Rizika

Zasažení robotu příliš velkou dávkou radiace může způsobit, že se sám robot stane radioaktivním a tím pádem je dále již naprosto nevyužitelný.

Silné elektro-magnetické impulzy mohou vyřadit z provozu veškerou elektroniku a dojde tak ke znemožnění ovládání robotu.

Pokud by došlo k poruše na robotu, tak v důsledku chyby by robot mohl způsobit nehodu.

Riziko selhání robotu v tomto prostředí, je při vykonávání důležitých úloh (oprava reaktoru, údržba zařízení v zamořeném prostředí apod.) nemyslitelné. Selhání robotu při plnění těchto úkolů, by poté mohlo způsobit ještě následné vyhrocení situace.

### 5.3.5 Efektory

Technologické:

- Všeobecné nástroje: možnost nasazení multifunkční sady nástrčných klíčů (gola sada), svářečí technika (spojování ocelových konstrukcí).
- Nářadí pro dělení materiálu: hydraulické kleště (rozstřihnoutí ocelových trubek), pila (řezání ocelových součástí).
- Nástroje pro destrukci: zbraňové systémy (ochrana objektu proti napadení teroristy).

Manipulační:

- Mechanické: radlice (shrnování jaderného odpadu v případě havárie), úchopové čelisti, nebo prsty (důležité pro bezpečnou manipulaci s těžkými břemeny).
- Magnetické: permanentní magnet (bezpečná a jednoduchá manipulace s těžkými předměty).
- Podtlakové: přísavka (manipulace s lehčími objekty).

## 5.4 Oblast zásahu v podvodních aplikacích

V této oblasti se asi nejvíce podepíší těžební ropné plošiny, díky kterým jdou technologie použité u robotických ponorek stále dopředu. Vývoj podvodních UUV musí držet krok s narůstajícími potřebami těžařských společností, protože ty rok od roku chtějí těžit ropu ve stále větších hloubkách. V důsledku toho, že tyto nadnárodní koncerny mají ohromné finanční možnosti, tak dávají prostor ke vzniku nových technologií a konstrukčních řešení určité skupině UUV. Ropné plošiny v dnešní době těží ropu i z několikakilometrové hloubky. Do takovýchto hloubek se nasazují speciální robotické ponorky, aby opravily, nebo jen udržovaly vrtnou plošinu v provozuschopném stavu.

### 5.4.1 Nežádoucí vlivy a jejich druhy

- Vliv tlaku:

Na robota působení tlaku vyvolává větší účinek s rostoucí výškou vodního sloupce. Takže třeba podvodní chytré stroje musí mít správně dimenzované tloušťky stěn, jenž vydrží odolávat tlaku vodního sloupce do určité hloubky. Tlak zhruba 10 m vodního sloupce odpovídá atmosférického tlaku, takže při ponoření každých 10 m, se zvýší tlak o 101 325 Pa. Při překonání dovolené hloubky ponoru je více než pravděpodobné, že se stěna protrhne a dojde např. ke zničení robotické ponorky.

- Vliv záření

Intenzita světelného záření pod vodní hladinou postupně slábne, až nakonec zcela vymizí, takže tento problém nemusíme nijak zvlášť řešit. Jen citlivé senzory pro detekci světla, by měly být u hladiny vypnuty, jinak může dojít k jejich poškození.

- Vliv teploty

Teplota bude hrát svou roli např. v nejhlubším místě na světě. Na dně Mariánského příkopu se teplota vody může vyšplhat až na neuvěřitelných 400 °C, a to díky obrovskému tlaku vody. Materiál použitý při výrobě speciálních ponorek, by tedy měl odolat i této teplotě.

- Vliv vodních proudů

Silné vodní proudy představují pro relativně lehké podvodní roboty velký problém, neboť jej mohou snadno strhnout a mrštit s ním o mořské dno, nebo skálu. Mořské proudy se dají zmapovat a předvídat tak jejich rychlost proudění, pohyb a místo výskytu.

- Mezi další vlivy můžeme zařadit

Další vliv může být znečištění vody v případě rybníků, nebo přírodních jezírek. Robotický potápěč musí být v tomto případě dokonale izolován a neměl by používat vodu z okolí, k chlazení vnitřních součástí. Je tedy vhodné použít elektrického zdroje energie jako pohon.

#### **5.4.2 Problematika ze strany zákonů**

Špičková technologie umožňující zisky a díky tomu pak bohaté nadnárodní společnosti nechají ohýbat zákony ve svůj prospěch. Je tady řeč o ropných plošinách, kdy si velké nadnárodní společnosti mohou svými finančními prostředky „koupit,“ respektive upravit zákony, co je povolené a co již ne. Příkladem může být svržení starých a nepoužívaných ropných plošin na mořské dno, což je protizákonné jednání.

Existuje také zákon o vnitrozemské plavbě (Zákon č. 114/1995 Sb.), spolu s jeho vyhláškami upravuje používání plavidel, kam se zařazují všechny typy plavidel, tedy i těch robotických.

#### **5.4.3 Omezení využití**

Omezení vyplývají z konstrukce robotu určeného pro podvodní akce. Klasičtí podvodní roboty mají omezení pro hloubku ponoru. Omezená hloubka ponoru, se pohybuje od pár metrů do několika stovek metrů hluboko, pro klasické podvodní zařízení. Do větších hloubek je nutné využít speciální robotické ponorky, které zvládnou odolat vysokému tlaku a teplotě. Jako pohon používají lodní šrouby poháněné elektrickým agregátem, nebo palivovým článkem. [1]

#### 5.4.4 Rizika

Rizika poškození robotického potápěče vychází z jeho nesprávného využití. Pokud vybereme místo se silnými vodními proudy, které je navíc velmi hluboko, až pod doporučenou hranici ponoru, tak se můžeme divit co vodní živly s robotem provedou, nemluvě o přetržení napájecího kabelu díky lodnímu šroubu. Může také dojít k jeho zamotání a následné ztrátě spojení s operátorem.

Největším rizikem u ropných plošin, je vzdálenost plošiny od pobřeží. Díky tomuto faktu, je velkým problémem se dopravit na plošinu co nejrychleji, a to v případě nějaké havárie.

#### 5.4.5 Efektory

Technologické:

- Všeobecné nástroje: svářecí technika (spojování ocelových konstrukcí).
- Nářadí pro dělení materiálu: zařízení pro řezání pomocí uhlíkové elektrody a s použitím hypertermické tyče.

Manipulační:

- Mechanické: úchopové čelisti, nebo chapadla (důležité pro bezpečnou manipulaci s těžkými břemeny).
- Magnetické: permanentní magnet (bezpečná a jednoduchá manipulace s těžkými předměty).

### 5.5 Oblast zásahu ve městském prostředí

Obecně mezi městské prostředí spadají tzv. měkké cíle tedy: školní instituce, nemocnice, náměstí, koncerty, nádraží, náboženská shromáždění, diskotéky, slavnosti apod. Takže je řeč o všech místech, kde se sdružuje větší počet civilistů.

Měkké cíle označují vysokou koncentraci osob, které se nemohou účinně bránit proti náhlému nebezpečí vzniklém v důsledku napadení, teroristického útoku apod.

Útoky mohou být vedeny pomocí: chladných zbraní, palných zbraní (pistole, samopal, brokovnice atd.), chemických zbraní (slzný plyn, toxický plyn apod.)

### 5.5.1 Nežádoucí vlivy a jejich druhy

- Vliv velkého množství osob:

Velké množství osob vyskytujících se na jednom místě je pro zásahové roboty velká zátěž. Senzorický subsystém musí být na vysoké úrovni, aby robot zvládal vyhodnocovat kdo je nebezpečný a kdo ne. Také musí rozlišit spřátelené jednotky bezpečnostních složek.

- Vliv velkého počtu měkkých cílů:

Velký počet měkkých cílů dává prostor případným pachatelům, zaútočit v místech, kde se zrovna pátrací, průzkumný, nebo strážný robot nevyskytuje. Útočník má výhodu překvapení, což by se dalo trochu vyvážit nasazením opravdu velkého počtu robotů do celodenního života obyvatel. Z toho zase vznikají otázky, jestli by se to všem lidem zamlouvalo, jestli je to bezpečné apod.

- Mezi další vlivy můžeme zařadit

- srážka robota autem,
- poškození robota vandaly,
- zneužití robota civilisty ke vniknutí do zakázaných prostor apod.
- robot svým přičiněním zapříčiní nehodu, a další.

### 5.5.2 Problematika ze strany zákonů

Robot nesmí zranit nevinného člověka. Zákony a prováděcí předpisy jasně definují způsob použití donucovacích prostředků u příslušníků bezpečnostních složek. V extrémním případě použití smrtící síly. Soubor těchto zákonů a předpisů by měl být vtělen do SW autonomního robotu. Více informací viz Zákon č. 273/2008 Sb. Zákon o Policii České republiky.

Další problém vyplývá z rozhodovacích schopností robota, které by měly být zákony někam nasměrovány např. v Číně má jiné nastavení co se týče „chování“ v situacích, kdy se má rozhodnout co udělá s hříšníkem, který porušil nějaká nařízení nebo zákon.

### 5.5.3 Omezení využití

Omezením může být neřešitelná situace pro robota, každá situace je originální, robot musí být schopen v dané situaci správně jednat.

V městském prostředí např. v případě napadení měkkých cílů, je pro roboty do značné míry problém. Zásadním faktorem je také proměnlivost situace, kvůli které nasazení robota nebude možné, např. náhlý hustý déšť znemožní, aby dron pokračoval v pátrání po utíkající podezřelé osobě.

Určitá omezení vyplývají ze zákonů, kvůli nimž nebudou moci roboti zasáhnout. Pokud dojde v blízkosti policejního robota k odcizení peněženky zlodějem, a ten bude následně utíkat od robota pryč, tak tento policejní robotický hlídač nesmí využít palnou zbraň k zastavení utíkající osoby výstřelem do hlavy. Správně by měl za utíkajícím prostřednictvím reproduktorů upozornit danou osobu k zastavení se jménem zákona, nebo bude použito donucovacích prostředků. Jestli by to nepomohlo, tak by měl následovat varovný výstřel a až poté výstřel mířený na nohy utíkajícího. Ale i tak v některých situacích robot zasáhnout nemůže, např. v případě velké vzdálenosti robota od cíle, kdy by hrozil zásah do nevinných účastníků scenerie.



---

#### 5.5.4 Rizika

Velké a prakticky zásadní riziko spočívá v tom, že se při zásahu může vyskytovat v dané oblasti velké množství osob a tím pádem vzniká pro robota nepřehledná situace. V takovéto situace se může stát, že robot udělá chybu a trefí nevinného civilistu, namísto ozbrojeného teroristy.

Riziko odražené střely od budov, nebo hladkých povrchů hrozí prakticky na všech místech, kde se vyskytují nějaké překážky v letu dráhy střely a pokud by tam žádné nebyly, tak se třela může odrazit od země.

Mimo rizika zásahu proti útočníkovi se zbraní, je nutné podotknout i možný zásah proti nastražené výbušnině. V tomto případě přichází na scénu pyrotechničtí roboti, společně s jejich operátory.

#### 5.5.5 Efektory

Robot v městském prostředí bude potřebovat různé druhy efektorů pro různé druhy situací: zadržení člověka (přísavka), otevírání dveří (úchopové čelisti), použití donucovacích prostředků (paralyzér, chladná zbraň např. tonfa, palná zbraň např. pistole atd.)

Technologické:

- Všeobecné nástroje: možnost nasazení multifunkční sady nástrčných klíčů (gola sada), svářecí technika (spojování ocelových konstrukcí).
- Nářadí pro dělení materiálu: hydraulické kleště (rozstřihnoutí ocelových trubek), pila (řezání ocelových součástí), pila, vodní paprsek, nebo laser (řezání a dělení tvrdých materiálů).
- Nástroje pro destrukci: zbraňové systémy (ochrana objektu proti napadení teroristy).

Manipulační:

- Mechanické: radlice (shrnování jaderného odpadu v případě havárie), úchopové čelisti, nebo prsty (důležité pro bezpečnou manipulaci s těžkými břemeny).
- Magnetické: permanentní magnet (bezpečná a jednoduchá manipulace s těžkými předměty), elektromagnet (rychlé uchopení a upuštění OM).
- Podtlakové: přísavka (manipulace s lehčími objekty).

Speciální:

- (univerzální MÚE, lankový atd.) pro provádění různých neobvyklých úloh (vyprošťování osob z aut po nehodě apod.)

## 5.6 Oblast zásahu ve vojenských operacích

Nejvíce používaný druh robotů ve vojenství jsou drony. Využití dronů je vhodné pro následující úlohy: transport vojáků na misi, sledovat, zaznamenávat, vyhodnocovat, v případě že mají zbraňové systémy, tak mohou odpalovat rakety. Mohou nést výbušninu a fungovat jako kamikadze.

Pozemní roboty mohou podporovat pozemní jednotky přepravou výstroje a výzbroje viz robotická platforma TAROS. Podpora v bojových akcích za pomoci těžkých zbraní. Výhodou je, že se bojový robot oproti člověku nikdy neunaví, akorát mu můžou dojít baterie.

Pro monitorování mořských výsostných vod je vhodná robotická ponorka viz obr. 14, která je schopná pod vodní hladinou vydržet i několik let bez toho, aniž by se vynořila.

### 5.6.1 Nežádoucí vlivy a jejich druhy

- Vliv tlaku při nárazu projektilu:

Při dopadu střely na, dochází k vyvinutí obrovského tlaku tlačícího na povrch robotu. Výsledkem takovéto akce může být: střela se odrazí vlivem zkoseného vnějšího povrchu, střela projde první vrstvou pancíře a zastaví se, střela projde více vrstvami a pronikne až dovnitř robotu (dojde ke zničení robotu). Armáda používá různé typy projektilů, uvedených níže.

Nejznámější typy střel:

- Celopláštěvá: FMJ – full metal jacket.
- Polopláštěvá s měkkou špičkou: SP – soft point.
- Olověná s oblou špičkou: LRN – lead round nose.
- Polopláštěvá s dutinou ve špičce HP – hollow point (v ČR je klasifikována jako střela se zvýšeným ranivým účinkem, patří mezi zakázané střelivo: kategorie A).
- Rychlost průběhu změn v procesu zásahu:

Včasná a odpovídající reakce rychlosti a adekvátnosti v dané situaci je klíčová. Robot by tedy měl umět zareagovat na vzniklou hrozbu co nejrychleji a nejefektivněji, což je v budoucích letech více než pravděpodobné. V reálném scénáři, se všechno může odehrávat velmi rychle a často na to doplácí netrénovaní příslušníci bezpečnostních sborů, proto nahrazení těchto lidí roboty jim může zachránit život.

- Vliv druhu prostředí:

- o Suťovité:

V terénu je hodně sutin z rozpadlých budov a pásový robot, tak nemůže tímto terénem projet bez nějakých větších obtíží. Řešením je změna typu mobility podvozku na krácející, létající, nebo hybridní (kolo-létající apod.)

- o Prašné:

Ve vzduchu se vznáší hodně prachu, např. v důsledku písečné bouře, což znemožňuje použití létajících systémů. Využitím kolových, nebo pásových systémů, může robot pokračovat tam, kde drony selhaly.

- o Výskyt civilistů:

V oblasti, kde má proběhnout zásah, se vyskytuje velké množství civilistů, což zmenšuje pravděpodobnost úspěchu mise. Civilistům nesmí při zásahu bezpečnostních složek být nijak ublíženo, což se vždy nemusí vydařit.

- Častá změna terénu:

Změna profilu terénu, se v bojové vřavě mění prakticky každou vteřinu. Dopadající dělostřelecké granáty vytváří hluboké krátery, ve kterých se často posléze vyskytuje voda, představují problém pro pásové a kolové roboty. Mohou totiž zapadnout a už nevyjet ven.

- Mezi další vlivy můžeme zařadit:

Je zde vyloučen prvek lidskosti, který je v některých případech potřeba, i ve střetu s nepřítelem.

## 5.6.2 Problematika ze strany zákonů

Pokud budou roboty vyráběny pouze za účelem plnění mocenských ambicí supervelmocí, tak v jeho programu nebudou mít místo zákony robotiky, uvedeny v kapitole 5.1.2.

Problém odpovědnosti za vzniklou újmu na majetku, zdraví, nebo na životě. V momentě, kdy roboty budou schopny nabýt vědomí, tak zákon bude muset řešit jejich práva. Do této doby se musí jasně definovat kdo nese odpovědnost za možné chyby umělé inteligence např. autonomní auto srazí chodce, nebo zraní pasažéra sedícího v onom autě.

Z modelového příkladu sraženého chodce autonomním vozidlem vyvstává otázka: „Kdo za to může?“ Může to být výrobce, programátor, majitel, provozovatel, servisní středisko, vyšší moc (náhoda). V tomto případě nelze viníka jednoznačně určit.

### 5.6.3 Omezení využití

Cena je jedním ze zásadních omezení, která se vyskytují nejenom v armádním sektoru. Pokud armáda nemá dostatečný rozpočet, tak bude rozvoj robotizace značně zpomalen. Nároky na odbornost, jsou obzvlášť v armádním sektoru velmi důležité. Obsluha robotických zařízení využívajících zbraňové systémy musí mít značnou zkušenost a dovednosti. Obsluhovat takováto zařízení není jednoduché, a ještě těžší je jejich řízení na dálku.

Velké nároky na baterii v armádě představují značné omezení. Používají se tedy buď roboty s delší výdrží, nebo jiné typy pohonů, jako např. spalovací motor, plynová turbína, nebo hybridní (elektromotor a spalovací motor).

Nutnost skutečné autonomie tzn. bezstarostnost systému nezatěžující vojáky svým dodatečným řízením.

Úprava robota v polních podmínkách musí být velmi jednoduchá, protože v opačném případě je to značně omezující okolnost.

Omezení se také týká nemožnosti AI vypnout a převzít nad robotem kontrolu.

### 5.6.4 Rizika

Rizik v této oblasti je pravdu mnoho, co se týče válečných konfliktů, ale také rizik spojených s celkovým nasazením robotů ve vojenském sektoru. Níže je popsáno několik rizik, které se v této oblasti vyskytují:

- Robot nesprávně určí nepřátelský cíl a zasáhne civilní sektor (rodinné domy, panelové domy, civilisty na ulici, rukojmí atd.)
- Riziko zneužití dronů nesoucích automatické zbraně a raketové systémy, pro uskutečnění teroristických aktivit.
- Riziko selhání bojového dronu při letu, ať už způsobené povětrnostními vlivy, nebo v důsledku napadení kybernetickým útokem. To by způsobilo značné škody, jak na majetku, tak i na zdraví, nebo životě osob, vystavených výbuchu při pádu dronu.

- Kvůli neodbornému zacházení s konstrukčně složitými zbraňovými systémy, by mohlo dojít k nechtěnému výstřelu. Je proto nutné mít řádně proškolenou obsluhu starající se o robot, nebo tu, která jej řídí.
- Různá rizika spojená s pochyby, chaosem, nebo dokonce vyděšením davu, při pohledu na bojový robot. Mnoho lidí se totiž k bojovým robotům chová spíše skepticky a odmítavě.
- Riziko najetí na minu, což způsobí poškození, nebo zničení robotu.
- Senzory pro rozpoznávání prostředí nejsou spolehlivé, kvůli nedostatečné úrovni použitých technologií.

### 5.6.5 Efektory

V této oblasti bezpečnostních složek budou využity veškeré druhy efektorů, neboť ve vojenském sektoru existuje nepřehledné množství dílčích servisních úloh: monitorovací, záchranné, protiteroristické, hasičské, pyrotechnické, hledání a deaktivace min atd.

Technologické:

- Všeobecné nástroje: tryska (aplikace tekuté stavební hmoty), svářecí technika (spojování ocelových konstrukcí), možnost nasazení multifunkční sady nástrčných klíčů (gola sada), svářecí technika (spojování ocelových konstrukcí).
- Nářadí pro dělení materiálu: pila, vodní paprsek, nebo laser (řezání a dělení tvrdých materiálů).
- Nástroje pro destrukci: nosič výbušnin (ničení obrněných cílů), zbraňové systémy (určeny pro boj všeho druhu).

Manipulační:

- Mechanické: úchopové čelisti, nebo chapadla (důležité pro bezpečnou manipulaci s těžkými objekty), radlice (pro vyklizení cesty od trosek).

- Magnetické: permanentní magnet (bezpečná a jednoduchá manipulace s těžkými břemeny), elektromagnet (rychlé zvednutí a upuštění OM).
- Podtlakové: přísavka (manipulace se sádrokartonem), speciální přísavky (pracují na principu vývěvy)

Specifické systémy pro tuto oblast budou hlavně zbraňové systémy.



Obr. 29 HDT Hunter WOLF 30 mm při testovací střelbě [20]

Volba zbraňových systémů jako efektorů, se v dnešní době začíná stále více prosazovat, obzvláště pak u mobilních vozítek čili bez posádkových, ve většině případů i obrněných vozidel. Krásným příkladem je bez posádkové pozemní vozidlo Hunter WOLF od firmy HDT Global s namontovaným zbraňovým systémem disponujícím překvapivou palebnou silou, kterou zajišťuje kanón ráže 30x113 mm viz obrázek 24. Zkratka WOLF znamená v angličtině: Wheeled Offload Logistics Follower, což v překladu znamená: Sledovač vykládky na kolovém podvozku. Jedná se také o modulární konstrukci, umožňující výměnu efektoru za jiný, nebo jeho úplné odstranění z důvodu potřeby uvolnění prostoru pro přepravu nákladu. Jeho hlavní výhodou je, že díky jeho jednoduché konstrukci, má nízkou pořizovací hodnotu, navíc zcela koresponduje s armádními protokoly interoperability. [20]

## 6 Analýza mobilit podle typu servisních úloh

Zde je uvedena analýza jednotlivých mobilit podle typu servisních úloh. To znamená, že k jednotlivým servisním úlohám je přiřazena jedna, nebo více mobilit, vybraných z kapitoly 4. Servisní úlohy jsou vybrány podle těch, které jsou již rozpracovány v předchozích kapitolách. Základní rozdělení je popsáno níže v podkapitolách 6.1 až 6.6.

### 6.1 Městské prostředí

S ohledem na danou oblast (co je to za prostředí, jaké jsou požadavky na lokomoční ústrojí, co má robot vykonávat za úlohy atp.), je nutné zvážit všechny možnosti, jestli se do dané oblasti hodí, nebo nikoli. Více informací viz tab. 1.

Typy použitých mobilit:

- Pásové:

Pásové systémy mobility najdou využití ve většině servisních úloh, mimo plovoucí (podvodní), plazící, šplhající a létající.

- Kolové:

Nejvyšších rychlostí pohybu na zemi, budou docilovat kolové systémy mobility. Budou zde stačit systémy disponující 2, nebo 4 koly.

- Kráčeující:

Mezi kráčeujícími systémy se objeví: dvounohé, nebo čtyřnohé. Šesti a vícenohé, nebudou tak praktické, co se týče pohybu mezi lidmi. Mohly by např. způsobit mezi lidmi rozruch.



- Létaající:

Ideální typ mobility do městského prostředí jsou létaající systémy. Mají volný pohyb v prostoru, takže překážky, jako auta, lidi a jiné, neřeší. Jen se případně vyhnou vysokým budovám.

- Hybridní:

Hybridní systémy mají výhodu oproti ostatním, protože využívají výhod obou typů mobilit, kterými disponují (kolo-pásové, kolo-létaající, kolo-kráčejší apod.)

Tab. 1 Porovnání jednotlivých mobilit v městském prostředí

Typ mobility	Důvody využití mobilit v daném prostředí	Počet pohybových struktur	Rychlost pohybu v prostředí
Pásové	- nízký tlak na podložku - velká stabilita - vysoká nosnost	2	☆☆☆
Kolové	- nízká pořizovací cena - jednoduché řízení - malá energetická vytiženost	2 až 4	☆☆☆☆
Kráčejší	- lehká konstrukce - malé obrysové rozměry - vysoká dynamika pohybu	2 až 4	☆☆
Létaající	- dobrá průchodnost prostředím - daleký dosah - dobrá manévrovatelnost	4 až 8	☆☆☆☆☆
Hybridní (kolo-pásové)	- kombinace vlastností kol a pásů - vhodné pro pyrotechniky - vhodné pro speciální a nestandardní úkoly	2 až 8	☆☆☆☆

Poznámka:

- Počet hvězd je od 1 (nízká rychlost) po 5 (vysoká rychlost).
- Počet pohybových struktur: jedná se o počet noh, kol, ploutví, pásů apod.

## 6.2 Jaderná energetika

### - Pásové:

Pásové systémy mobility budou užitečné v případě havárie (jejich odolnost) a k ochraně komplexu proti vniknutí nepovolaných osob. V tab. 2 je uveden důvod jejich využití.

### - Kolové:

Tento typ robota bude vykonávat většinu prací, související se zásahem v této oblasti (nasazení do zamořeného prostředí, ostražba objektu, rozvoz konstrukčních prvků atd.)

### - Kráčejíci: Šesti a vícenohé, se zde uplatní, kvůli potřebné vysoké nosnosti.

### - Hybridní: Hybridní systémy budou využity např. kolo-kráčejíci, kvůli jejich vlastnostem.

Tab. 2 Porovnání jednotlivých mobilit v prostředí jaderných elektráren

Typ mobility	Důvody využití mobilit v daném prostředí	Počet pohybových struktur	Rychlost pohybu v prostředí
Pásové	- odolná konstrukce - vysoká nosnost - dobrá stabilita při střelbě (přesnost střelby)	2	☆☆☆
Kolové	- vyšší nosnost za použití 6 kol - snadná výměna kol - víceméně osvědčená konstrukce	2 až 6	☆☆☆
Kráčejíci	- překvapivě dobrá stabilita - energetická nenáročnost - tichý pohyb	4 až 6	☆☆
Hybridní (kolo-kráčejíci)	- dobrá přesnost polohování - dobrá průchodnost terénem - velice modulární	2 až 6	☆☆☆☆

### 6.3 Stavebnictví

- Pásové:

Není zde potřeba velkých rychlostí, ale spíše nosnosti a schopností překonávat překážky.

- Kolové:

Nejčastější využití kol bude mít 6 a více kol, z důvodu větší zátěže přenášených břemen.

- Létající:

V tab. 3 jsou uvedeny drony, které se využívají pro průzkum zastavěné oblasti. Pomocí kamer mohou monitorovat, jestli se do prostoru stavby nedostala nepovolaná osoba atd.

- Hybridní:

Kombinují výhody dílčích mobilit, ze kterých se sestávají např. (kolo-pásové).

Tab. 3 Porovnání jednotlivých mobilit ve stavebnictví

Typ mobility	Důvody využití mobilit v daném prostředí	Počet pohybových struktur	Rychlost pohybu v prostředí
Pásové	- vysoká nosnost - vysoká stabilita - přijatelná cena	2	☆☆
Kolové	- vysoká nosnost - transport i mimo staveniště - snadná údržba a opravy	2 až 8	☆☆☆
Létající	- průzkum staveniště - monitoring a ostraha staveniště - zásah ve větších výškách	4 až 8	☆☆☆☆☆
Hybridní (kolo-pásové)	- dobrá přesnost polohování - dobrá průchodnost terénem - velice modulární	2 až 6	☆☆☆☆

## 6.4 Vojenské operace

- Pásové:

Roboty používající pásy, mají v armádě nepřeberné množství využití. Jsou nasazovány prakticky na všechny druhy vozidel.

- Kolové:

Kolové mobilní servisní roboty, jsou nasazovány ve všech možných aplikacích: záchranné, bojové, průzkumné, špionážní, podpůrné, transportní atd.

- Kráčející:

Zde budou mít kráčející tolik nohou, kolik jejich konstruktéři navrhli. Vyšší počet robotických noh než 8, se prakticky nepoužívá, avšak mohou existovat výjimky. Těmi jsou bioničtí roboti, jako např: stonožka, mnohonožka, chobotnice apod.

- Létaající:

Létaající drony představují velkou část robotů v armádách po celém světě. Hlavní dronů jsou různé druhy misí: bojové, průzkumné, špionážní, transportní, podpůrné.

- Podvodní:

Podvodní aplikace se ve vojenských kruzích vyskytují, takže bude zapotřebí využít i tuto skupinu.

- Hybridní:

Hybridní systémy mají výhodu oproti ostatním, protože využívají výhod obou typů mobilit, kterými disponují (kolo-pásové, kolo-létaající, kolo-kráčející apod.)

Potřebné důvody využití mobilit v daném prostředí, jsou uvedeny v tab. 4.

Tab. 4 Porovnání jednotlivých mobilit ve vojenských operacích

Typ mobility	Důvody využití mobilit v daném prostředí	Počet pohybových struktur	Rychlost pohybu v prostředí
Pásové	- velká stabilita při střelbě - vysoká nosnost - široká oblast využití	2	☆☆☆☆
Kolové	- vyšší nosnost za použití 6 a více kol - snadná výměna kol - rychlý pozemní transport	2 až 8	☆☆☆☆☆
Kráčející	- lehká konstrukce - malé obrysové rozměry - vysoká dynamika pohybu	2 až 8	☆☆☆
Létající	- lehká konstrukce - monitoring a špionáž - vysoké rychlosti pohybu	4 až 8	☆☆☆☆☆
Plovoucí	- podvodní mise - kamufláž (použití robotických ryb a živočichů) - špionáž (použití robotických ryb a živočichů, nebo ponorek)	1 až X	☆☆☆☆
Hybridní (kolo-kračející)	- výsadeková zařízení - dobrá průchodnost terénem - zvláštní aplikace	1 až X	☆☆☆☆

Poznámka:

- Písmeno „X,“ označuje vysoký počet pohybových struktur. Toto číslo nelze přesně určit.
- Jednotlivé důvody využití mobilit v daném prostředí se mohou prolínat s jinými SÚ.

## 7 Statistika počtu jednotlivých případů

Začátek této kapitoly se zaměřuje na všeobecné počty servisních robotů, určených pro konání potřeb svých nových majitelů. Statistikou počtu robotů se zabývá IFR, která vydává roční přehledy instalovaných zařízení za minulá období. Naposledy vydal statistiku do roku 2018, která je volně přístupná. O počtech za rok 2019 je statistika zpoplatněna. Více informací je uvedených v příloze B.

Celkový počet profesionálních servisních robotů prodaných v roce 2017 výrazně vzrostl o 85 %, a to během jednoho roku. Hodnota prodeje se zvýšila o 39 % na 151,8 miliard korun. [22]

Toto poměrně nízké tempo růstu je důsledkem poklesu prodeje vysoce drahých vojenských robotů. [22]

Bylo spočteno, že od roku 1998 existuje celkem asi 395 000 servisních robotů. Není možné odhadnout, jak mnoho z těchto robotů je stále v provozu kvůli výsledné rozmanitosti těchto produktů v různých dobách využití. [22]

Podvodní roboty mohou být více než 10 let v provozu (ve srovnání s průměrnou životností 12 let v průmyslovém sektoru). Obranní roboti, většinou slouží pouze krátkou dobu. [22]

UAV, se zdají být aplikací s největším podílem na trhu. Jejich prodej se zvýšil o 5 % až na neuvěřitelných 10 260 jednotek. [22]

Počet UGV, do kterých patří např. bojové roboty nesoucí zbraně hromadného ničení, bylo prodáno o 33 % více, než v roce 2016. [22]

Robotů pro odminování, bylo prodáno 352 (v roce 2017), oproti 320 zařízením v roce 2016. [22]

Hodnoty robotů:

Hodnota obranných robotů, se dá zhruba odhadnout. Je to asi 20,8 miliardy korun, což je o 14 % více než v roce 2016. Je to tedy asi 14 % z celkového prodeje profesionálních servisních robotů. Skutečné číslo i hodnota však mohou být výrazně vyšší. [22]

Tab. 5 Počty robotů od roku 1998 do 2021

Rok	Počty prodaných robotů	Procentuální navýšení od minulého roku
Od roku 1998	395 000	-
2016	59 269	+39 %
2017	109 543	+85 %
2018*	165 000*	+32 % (očekávané)
2019-2021*	736 600*	-

Zdroj: <https://ifr.org/>

Z tab. 5 lze spočítat, že celkový počet je tedy 1 296 600 prodaných robotů.

Tab. 6 Počty robotů za období 2016 – 2017

Druh servisních robotů	Počty prodaných kusů za rok 2016	Počty prodaných kusů za rok 2017
UAV	9 690	10 260
AGV	925	1 380
Roboty pro odminování	320	352
Exoskelety	5 581	6 068
Zdravotní	2 931	2 931
Ostatní	<1 000	<1 000

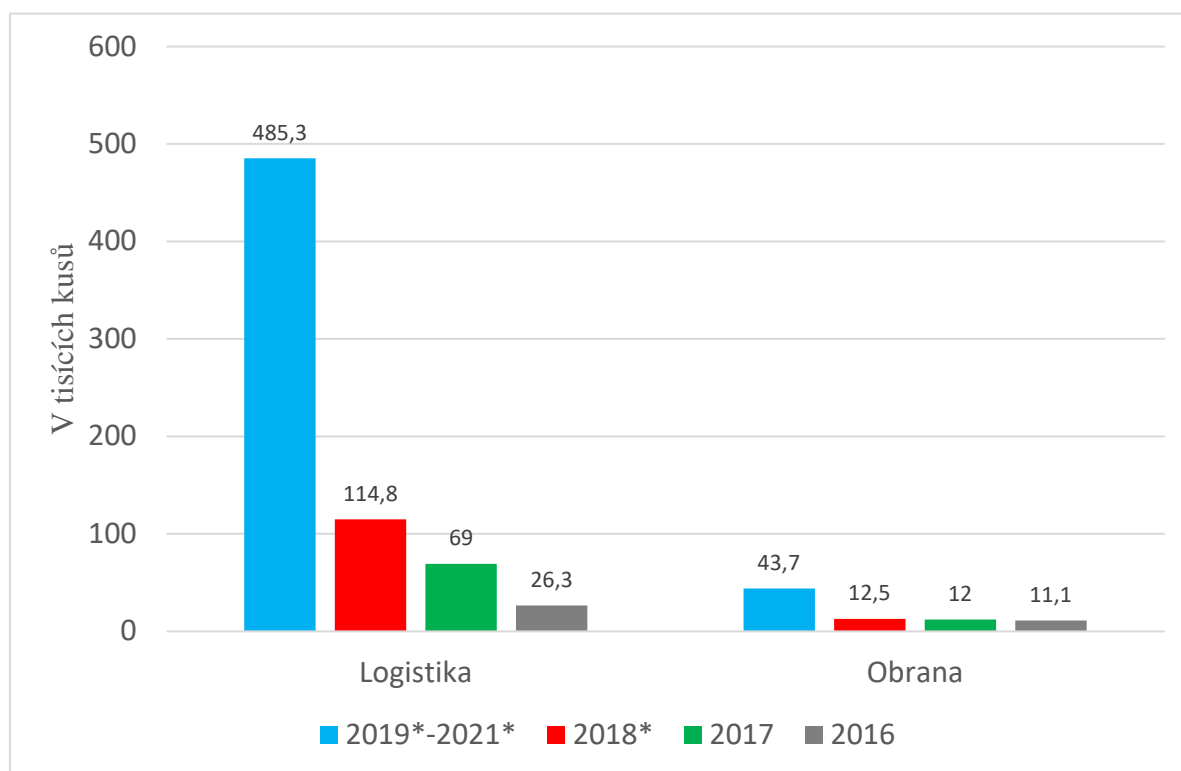
Zdroj: <https://ifr.org/>

Mezi ostatní roboty se řadí: profesionální čistící, demoliční a stavební roboty, inspekce a systémy údržby, záchranné a bezpečnostní aplikace, podvodní systémy a obecně používané mobilní platformy. [22]

Vysvětlivky: Hvězdička u čísla, znamená odhad pro rok (2020\*), nebo odhad počtu prodaných robotů (300 000\*).

## 7.1 Počty servisních robotů pro profesionální použití

Informace o počtech profesionálních servisních robotů v logistice a obraně, jsou uvedeny níže v grafu na obr. 30. Statistika je z roku 2018, takže tento rok je také zařazen do odhadů.



Obr. 30 Graf zobrazující počty servisních robotů v obraně a logistice

Zdroj: <https://ifr.org/>

Odhadované hodnoty 2018\* a předpověď 2019\* - 2021\*

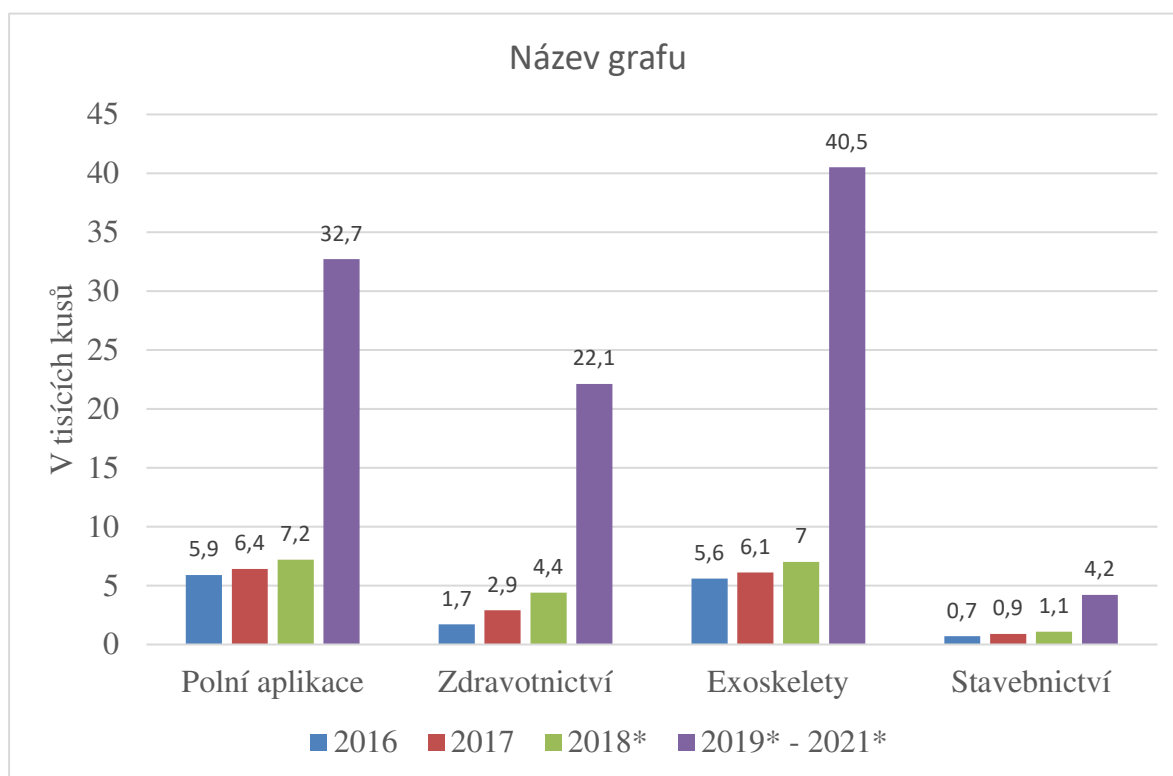
Z grafu na obr. 30, jde vidět, že největší oblastí s výskytem robotů, jsou logistické systémy. Obranných robotů, je tedy výrazně méně, což je překvapující zjištění. Z této statistiky vyplývá, že s postupem let, narůstají počty servisních robotů o desítky procent.

Z předpovědi z roku 2015, bylo zjištěno, že počet inteligentních zařízení, dosáhne do roku 2020 přibližně 50 milionů, což bylo značně přehnané.



## 7.2 Počty servisních robotů v různých oblastech

Počty robotů v oblastech, jako jsou např. polní aplikace, zdravotnictví, exoskelety a stavebnictví, lze vidět v grafu na obr. 31.



Obr. 31 Graf zobrazující počty servisních robotů v různých oblastech

Zdroj: <https://ifr.org/>

Z grafu na obr. 31, jde vidět, že v polních aplikacích se vyskytují nevyšší počty nasazených zařízení. Naopak nejmenší počty jsou ve stavebnictví, což se dalo očekávat.

Jistým omezením profesionálních servisních robotů je stále jejich vysoká pořizovací cena (v řádu desítek milionů korun).

Informace uvedené v této kapitole, lze nalézt na stránkách IFR, viz citace. [22]

## 8 Uplatnění určitého robotu k jiným účelům

V této kapitole, jsou popsány další možná uplatnění robotu MAARS, vybraného z počátečních analýz. Tento typ robotu byl vyprán na základě předchozích úvah a zjištění jeho parametrů. Bude využit s určitými úpravami jeho konstrukce ve specifické SÚ.

### 8.1 Uplatnění ve specifické servisní úloze

Uplatnění se bude zaměřovat na servisní úlohu z oblasti zdravotnictví. Tato SÚ, se bude zaměřovat na záchranu osob zraněných v terénu, kteří nejsou schopni samostatného pohybu.

#### 8.1.1 Popis SÚ

Záchranná služba dostala zprávu, že se v lese zranil člověk a potřebuje co nejrychleji zdravotnickou pomoc.

Na místo je přivolána ZZS, která vypustí svého robota MAARS, který dojede na (pro sanitku nepřístupné) místo, kde se nalézá zraněná osoba. Díky tomu, že bude mít místo zbraňového systému namontované manipulační rameno a multifunkční lehátko, tak dokáže skrze řízení operátorem (nebo autonomně) naložit zraněného a následně ho odvézt k záchranářům. Pomocí multifunkčního lehátka zdravotníci zraněného přemístí z mobilního podvozku do sanitky.

Zde SÚ robotu končí a o ostatní se již postarají lidé.

Tab. 7 Parametry robotu MAARS

Parametr	Popis a jednotka [-]
Provozní hmotnost	167 kg při plné zátěži
Maximální rychlost	1,5 [km / h]
Provozní dosah	> 1 km od operátora
Výdrž baterie	8-12 hodin

Zdroj: <https://qinetiq-na.com/products/unmanned-systems/maars/>

#### Vlastnosti robotu [25]

- Celý senzorický subsystém je umístěn na malé věži
- Velký úložný prostor pro další věci.
- Nositelný taktický robotický řídicí systém.
- Robot má integrovaný režim spánku, který šetří energii baterie až do jednoho týdne.
- „Unibody“ rám se snadnou přístupností k baterii a elektronice.

Nutno dodat, že pro ujasnění, na co by se dal takovýto robot využít stačí uvést výše zmíněný modelový případ. Pokud by bylo třeba jít více do detailů, musela by na toto téma být zpracována samostatná rešerše.

#### Další oblasti využití:

- Stavebnictví: byly by za potřeby jisté úpravy na systému akční nástavby.
- Ostraha objektů: využití bez jakýchkoli dodatečných úprav.
- Ochrana důležitých osob: také by bylo možné využití bez jakýchkoli dodatečných úprav na robotu.

## 9 Závěr

Díky této práci jsem se blíže seznámil s problematikou okolo servisních mobilních robotů.

Z analýzy vyplývá, že případů je hodně a někde zase méně. Některé oblasti jsou rozsáhlejší než jiné. Jisté optimalizace v oblasti mobilit, by mohly vyjít z analýzy mobilit uvedených v kapitole 6.

Práce slouží, jako stručný přehled dané problematiky a pro případné čtenáře jako letmý náhled do světa mobilních servisních robotů.

Výsledkem této práce je vytvoření analýzy, která může být využita jako odrazový můstek pro další případné témata, týkající se této oblasti. Statistiky naznačují, že v příštích letech se budou počty servisních mobilních robotů i nadále zvyšovat. Na tuto práci je možné navázat a inspirovat se jí v dalších více specifičtějších pracích na téma mobilní robotiky.

S ohledem na rozsah práce, jsou veškeré analýzy a popisy SÚ zestručněny, aby se daly lépe pochopit. Zabývám se tedy většinou pouze hlavním popisem, pokud by někoho určitá oblast zajímala, tak se může prostřednictvím citací dostat na danou stránku, či knihu a přečíst si více.

Co se týče patentových řešerší, tak ty se nedělaly, ale v případě realizace konkrétní úlohy by již byly zapotřebí.

Celkově shledávám tuto práci jako velmi zajímavou a určitě by nebylo od věci vymyslet podobné zadání v dané problematice zásahových robotů i pro příští ročníky.

## Seznam použité literatury

- [1] *Norma ISO 8373* [online]. Switzerland: International Organization for Standardization, [2012] [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://www.iso.org/standard/55890.html>
- [2] *Packbot* [online]. New Jersey (USA): Institute of Electrical and Electronics Engineers, c2020 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://robots.ieee.org/robots/packbot/?gallery=video5>
- [3] *Packbot* [online]. New Jersey (USA): Institute of Electrical and Electronics Engineers, c2020 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://robots.ieee.org/learn/types-of-robots/>
- [4] *Robotická stráž* [online]. New York (USA): Condé Nast., c2018 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://www.wired.com/2016/07/11-police-robots-patrolling-around-world/>
- [5] *Dezinfekční robot* [online]. Čína: XAG, c2005-2020 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://www.xa.com/en/news/official/xag/72#>
- [6] *Hasičský robot TC800-FF* [online]. Francie: TECDRON, [2018] [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.robotpompier.com/en/>
- [7] *Robot Jevit* [online]. Kanada: Demine Robotics, [2017] [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://deminerobotics.com/>
- [8] *Robot TALON* [online]. USA: Army Technology, c2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.army-technology.com/projects/talon-tracked-military-robot/>
- [9] *Roboti v AČR* [online]. Praha: Army, c2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <http://www.mocr.army.cz/scripts/detail.php?id=105591&tmplid=527>
- [10] *Robot TAROS* [online]. Grohmann, 2014 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.armadninoviny.cz/cesky-vojensky-robot-taros-6c3976-v2.html>
- [11] *Robot TAROS* [online]. Grohmann, 2014 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.armadninoviny.cz/armada-ziska-protichemicka-obrnena-vozidla.html>
- [12] *Kvadrokoptéra DJI Matrice 210* [online]. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO, c2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-svet/za-oponou/technika-hasicu-skoda-auto-dron-robot-60metrova-plosina/attachment/drone/>
- [13] *Pyrotechnický robot tEODor* [online]. Policie ČR, c2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/policejnim-pyrotechnikum-pomuze-s-bombami-novy-robot-teodor.aspx>
- [14] *Hasičí robot LUF 60* [online]. Požáry, 2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/148578-hasici-z-mladoboleslavske-skody-auto-disponuji-dalkove-ovladanym-hasicim-robotem-luf-60/>
- [15] KÁRNÍK, Ladislav. *Praktické aplikace servisních robotů: studijní opora*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, 2011. ISBN 978-80-248-2727-8.

- 
- [16] SKAŘUPA, Jiří. *Průmyslové roboty a manipulátory* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, [2008] [cit. 2020-05-15]. ISBN 978-80-248-1522-0.
- [17] *Mobilní platforma* [online]. Bandera County Courier, 2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.bccourier.com/exponential-growth-in-heavy-duty-robot-platform-market-2020-trends-demand-opportunities-scope-detail-survey-by-2026-top-key-players-clearpath-roboticsdfrobotmobile-industrial-robots-m/>
- [18] *Autonomní robotická ponorka* [online]. Endeavor Business Media, c2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.militaryaerospace.com/computers/article/14169887/underwater-autonomous-navigation>
- [19] *Mobilní robot Hardy* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.fs.vsb.cz/354/cs/o-katedre/roboty/hardy/>
- [20] *Mobilní robot Hunter WOLF* [online]. US: HDT Global, c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <http://www.hdtglobal.com/product/hdt-hunter-wolf/>
- [21] SMRČEK, Juraj, Mikuláš HAJDUK, Zdenko BOBOVSKÝ a Rudolf JÁNOŠ. *Robotika: metodika nasadzovania servisných robotov*. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2013. Edícia vedeckej a odbornej literatúry. ISBN 978-80-553-1523-2.
- [22] *Statistika počtu robotů* [online]. IFR, c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://ifr.org/>
- [23] KÁRNÍK, Ladislav. *Servisní roboty*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita, 2004. ISBN 80-248-0626-6.
- [24] KÁRNÍK, Ladislav, Radek KNOFLÍČEK a Jozef NOVÁK-MARCINČIN. *Mobilní roboty*. Opava: Márfy Slezsko, 2000. ISBN 80-902746-2-5.
- [25] *Robot MAARS* [online]. Severní Amerika: QinetiQ, c2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.epfl.ch/labs/biorob/research/amphibious/salamandra/>
- [26] *Robot Laika* [online]. Hyperaxion, c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://hyperaxion.com/technology/real-dogs-teach-google-robot-dog-to-walk/>
- [27] *Jaderná elektrárna a zákony* [online]. Praha: SÚRO, c2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/usmernovani-ozareni-pri-cinnostech/jaderne-elektrarnyhttps://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/usmernovani-ozareni-pri-cinnostech/jaderne-elektrarny>
- [28] *Kolo-létající robot* [online]. Filadelfie: ModLab UPenn, c2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.modlabupenn.org/2013/05/05/hybrid-exploration-robot-for-air-and-land-deployment-h-e-r-a-l-d/>
- [29] *Bionický salamandr* [online]. Švýcarsko: EPFL, c2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.epfl.ch/labs/biorob/research/amphibious/salamandra/>
-

## **Přílohy**

Příloha A:      Kategorizace robotů dle normy ISO 8373.

Příloha B:      Shrnutí světové robotiky za rok 2018.